www.radio.ru

11 • 2015

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

"Звёздные врата"



- Дистанционное измерение сопротивления
- Оборудование для рабочего места радиолюбителя
- Кодовый замок с ключом из микросхемы памяти
- Велоспидометр на Arduino

...и ещё 14 конструкций

11
2015

"Радио-76" — 40 лет!

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва



"Радио-76"

Дата начала разработки той или иной радиолюбительской конструкции обычно неизвестна. С трансивером "Радио-76" это не так — он разрабатывался в рамках "производственного задания" редакции. Работа эта началась 40 лет назад — в ноябре 1975 г. Тогда в редакционной радиолаборатории начал работать Геннадий Шульгин (RZ3CC, в те годы — UA3ACM). Слово "радиолаборатория" для читателей журнала звучало весомо, но её сотрудником всегда был только один человек. В его обязанности входило испытание некоторых конструкций, предполагаемых к публикации, разработка несложных устройств (в основном для начинающих радиолюбителей), оказание помощи сотрудникам редакции в рецензировании статей и подготовке ответов на письма.

В то время явно ощущался определённый дефицит в описаниях несложной аппаратуры для начинающих коротковолновиков. Несложной как по конструкции, так и по налаживанию. Вот почему в редакции было принято решение провести разработку такого аппарата силами автора этих строк, который тогда уже работал в редакции, и Геннадия Шульгина. В выборе авторского коллектива была заложена нормальная логика — оба были уже достаточно известными радиолюбителями-конструкторами, а подобную конструкцию для начинающих могли разработать только опытные радиолюбители.

От главного редактора прозвучало только одно предложение — постараться применить в трансивере микросхемы (пусть самые простые, 118-й и аналогичной ей 122-й серий), уже появившиеся в продаже в магазинах крупных городов страны.



"Электроника..."

Вскоре появился первый макет трансивера, и началась работа по "доведению конструкции до ума". Когда аппарат был практически закончен, на нас свалилась неожиданная просьба от женской лыжной группы "Метелица", которая готовилась к походу по Арктике, — сделать трансивер для этого похода. В те годы достать подходящий готовый аппарат заводского изготовления для такого мероприятия было крайне проблематично. В результате в срочном порядке был разработан походный вариант трансивера "Радио-76", который прошёл успешные испытания Арктикой...



"Радио-76М2"

Описание трансивера "Радио-76" было опубликовано в журнале в июньском и июльском номерах журнала за 1976 г. И он начал свою удивительно долгую для подобных аппаратов жизнь, открыв дорогу в коротковолновое радиолюбительство очень многим. Этому способствовали и появление второго варианта этого аппарата ("Радио-76М2"), и серийный выпуск на его основе наборов "Электроника-Контур 80" и "Электроника-160" на Ульяновском радиоламповом заводе.

Жив он и сейчас — в Интернете на радиолюбительских сайтах не прекращаются публикации "по мотивам "Радио-76"...

КОГДА НОМЕР ГОТОВИЛСЯ К ПЕЧАТИ...

Судьба трансивера «Радио-76» сложилась так, что едва выйдя из «колыбели», он подвергся серьезнейшим испытаниям в суровых условиях Арктики. 16 мая с мыса Челюскин стартовала уже известная нашим читателям женская группа лыжниц «Метелица». Для связи с базовой радиостанцией перехода UK0BAE радист группы Таня Ревтова (UA3ACW/U0ACW) использовала трансивер «Радио-76». Трансивер питался от батарей аккумуляторов, работа велась на антенну «Inverted Vee».

В течение 18 дней группа преодолела расстояние около 400 км и финишировала на острове Октябрьской Революции. Все это время радиосвязь действовала безотказно, работа трансивера получила самые похвальные отзывы.

"Метелица..."

ЦИФРОВЫЕ RLC-МЕТРЫ

15 ЛЕТ
АКТАКОМ
www.aktakom.ru www.aktakom.com

Эконом-класс — Новинка!

АММ-3148

6 разрядов — 0,05%

АМ-3016

USB; LAN; RS-232; Автоматический сортировщик




АМ-3026

Графический анализ кривых резонанса



АМ-3028

Встроенный источник смещения



АММ-3068/3078/3088

Анализ трансформаторов



АММ-3038/3048/3058

Параметры	АММ-3148	АМ-3016	АММ-3038/3048/3058	АММ-3068/3078/3088	АМ-3028	АМ-3026
Точность	0,1 %	0,05 %	0,05 %		0,05 %	0,1 %
Тактовая частота (макс.)	100 кГц	200 кГц	300 кГц/ 500 кГц/ 1 МГц		1 МГц	5 МГц
ЖК-дисплей	5 разрядов	6 разрядов (240×60)	6 разрядов TFT (480×272)	6 разрядов TFT (800×480)	6 разрядов (320×240)	5 разрядов (320×240)
Ёмкость	0,001 пФ…10 мФ	0,00001 пФ…1 Ф	0,00001 пФ…10 Ф			0,00001 пФ…10 Ф
Индуктивность	0,001 мкГн…100 кГн	0,01 нГн…10 кГн	0,01 нГн…100 кГн			0,1 нГн…10 кГн
Сопротивление	0,0001 Ом…100 МОм	0,01 мОм…100 МОм				0,1 Ом…100 МОм

АМ-3055



АММ-3031



АММ-3035



АММ-3320 — DCR, 100 кГц, Новинка!

АМ-3123
АМ-3125 — USB, 10/100 кГц, DCR

Параметры	АМ-3055	АММ-3031	АММ-3035	АММ-3320	АМ-3123/АМ-3125
Точность	1,2 %	0,1 %	0,5 %	0,3 %	0,25 %
Тактовая частота (макс.)	3 Гц	2,2 Гц	100 кГц	100 кГц	10 кГц (АМ-3123) 100 кГц (АМ-3125)
ЖК-дисплей	3 ½ разряда; однострочный	4 5/6 разрядов; однострочный	4 ½ разряда; двухстрочный	4 ½ разряда; двухстрочный	5 разрядов; двухстрочный
Схемы измерения	2-х проводная	2-х проводная	4-х, 5-ти проводная	2-х проводная	3-х, 5-ти проводная
Ёмкость	1 пФ…60 мФ	10 пФ…4 мФ	0,01 пФ…20 мФ	200 пФ/…/20 мФ	0,01 пФ/0,001 пФ…20 мФ
Индуктивность	–	0,1 мкГн…6 Гн	0,001 мкГн…20 кГн	20 мкГн/…/20 кГн	0,01 мкГн/0,001 мкГн…1 кГн
Сопротивление	0,1 Ом…60 МОм	0,1 Ом…60 МОм	0,001 Ом…200 МОм	20 Ом/…/2 МОм	0,1 Ом…10 МОм



Читайте об измерении паразитных параметров и сортировке RLC-компонентов на www.eliks.ru в разделе "Мне нужно измерить..."

ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА www.eliks.ru

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. "Звёздные врата" (см. статью на с. 50).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ДОРАБОТКА АС

"СВЕТОДИОДНЫЙ КУБ"

ТЕРМЕНВОКС БЕЗ "АНТЕНН"

МЕТЕОСТАНЦИЯ НА ARDUINO

Тираж журнала «Радио» № 10 сдан для рассылки подписчикам 01.10.2015 г.



11•2015
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 19.10.2015 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 15-10-00252.

Прелюдия к войне машин без людей

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Страж-птица ничуть не опаснее, чем автомобиль, счётная машина или термометр. Разума и воли у неё не больше. Просто она так сконструирована, что откликается на определённые сигналы и в ответ выполняет определённые действия."

Роберт Шекли. "Страж-птица"

Похоже, однажды мы достигнем точки, когда человечество будет избавлено от некоторых видов решений, таких как вождение автомобиля или война. Логика развития информационных технологий привела к тому, что внезапно во всём мире на самых разных уровнях начали обсуждаться военные автоматизированные системы с искусственным интеллектом. А на недавней Международной объединённой конференции по искусственному интеллекту (IJCAI — International Joint Conference on Artificial Intelligence, проводится с 1969 г.) в Буэнос-Айресе так и вовсе была составлена петиция, в которой ведущие учёные и эксперты призвали отказаться от разработки роботов-убийц. Инициатором составления петиции стал Институт жизни будущего (FLI — Future of Life Institute), а под ней поставили свои подписи в том числе космолог Стивен Хокинг, глава компании Tesla Илон Маск и один из основателей Apple Стив Возняк, а также ещё более тысячи выдающихся учёных и бизнесменов. И хотя это не первое письмо с призывом отказаться от разработки роботов-убийц, эксперты обращают внимание на то, что стиль изложения мыслей сильно изменился. Требования стали более жёсткими — запретить разработку автоматических оружейных систем, способных самостоятельно выявлять и атаковать цели без всякого участия человека . На всё это сразу же отреагировали журналисты — похоже, будто мы чего-то не знаем?

Да всё мы знаем, просто не всегда задумываемся. Как уже не раз говорилось на страницах журнала, мы живём в высокотехнологичную эпоху, когда всё чаще начинают сбываться предсказания писателей-фантастов. Вот и 2015 год обещает войти в историю как некий пролог к рассказу Роберта Шекли о самообучающихся летающих роботах с искусственным интеллектом, который впервые был опубликован ещё в 1953 г., когда только появились первые компьютеры и не было никакого Интернета, в том числе беспроводного. Концепция описанной в рассказе страж-птицы преследовала идею предотвращения убийств путём улавливания определённых волн, излучаемых преступником в момент нападения, но главное заключалось в том, что каждый новый опыт одного робота передавался всем остальным для информации и обучения. И чтобы лучше понимать суть сегодняшних споров о роботах-убийцах, дадим слово Р. Шекли:

"Прежде всего, позвольте заверить, что я на все сто процентов за машину, которая прекратит убийства. В такой машине давно уже назрела необходимость. Я только против того, чтобы вводить в страж-птицу самообучающееся устройство. В сущности, это значит оживить машину, дать ей что-то вроде сознания. Этого я одобрить не могу.

— Но позвольте, мистер Гелсен, вы же сами уверяли, что без такого устройства страж-птица будет недостаточно эффективна. Тогда, по всем подсчётам, птицы смогут предотвращать только 70 % убийств.

— Да, верно, — согласился Гелсен, ему было ужасно не по себе. Но он упрямо докончил:

— А всё-таки, я считаю, с точки зрения нравственной это может оказаться просто опасно — доверить машине решать человеческие дела.

— Да бросьте вы, Гелсен, — сказал один из предпринимателей. — Ничего такого не происходит. Страж-птица только подкрепит те решения, которые приняты всеми честными людьми с незапамятных времён.

— Полагаю, что вы правы, — вставил представитель. — Но я могу понять чувства мистера Гелсена. Весьма прискорбно, что мы вынуждены вверять машине проблему, стоящую перед человечеством, и ещё прискорбнее, что мы не в силах проводить в жизнь наши законы без помощи машины. Но не забывайте, мистер Гелсен, у нас нет иного способа остановить убийцу прежде, чем он совершит убийство. Если мы из философских соображений ограничим деятельность страж-птицы, это будет несправедливо в отношении многих и многих жертв, которые каждый год погибают от руки убийц. Вы не согласны?

— Да, в общем-то, согласен, — уныло сказал Гелсен."

Ну а далее речь идёт о том, как созданные для предотвращения убийств людей самообучающиеся птицы-роботы очень быстро начинают считать убийством любое насилие против любого живого существа, от человека до растений. И вот уже на операционном столе умирает пациент, потому что хирургу к нему не даёт притронуться парящий за окном робот. Но, скажете вы, что всё это фантастика, сказка...

Теперь вернёмся ко дню сегодняшнему. Роботами-убийцами называют системы, которые самостоятельно способны принять решение об убийстве, не подчиняясь контролю со стороны человека. Оговоримся сразу, в настоящее время таких роботов не существует, однако текущее развитие технологий позволяет создать их в обозримом будущем на базе так называемого автономного оружия, которое уже существует и используется в военных конфликтах и для разведывательных целей. Эти роботы-убийцы могут выглядеть как угодно — от автономных беспилотных дронов до роботов-марсоходов с пулемётами. В настоящее время силы военных конструкторов сосредоточены на создании боевых наземных роботов различных типов, включая дистанционно управляемые бронемашины.

В частности, в США создан беспилотный самолет X-47B производства Northrop Grumman, взятый на вооружение военно-морскими силами страны и способный заправляться в воздухе, что позволяет ему работать в непрерывном режиме. Роботизирована охраняющая израильское небо система защиты "Железный купол". Британской компанией BAE Systems создана Taranis — "беспилотная машина целеуказания в воздушном бою".

Южная Корея создала для защиты границы целую роту роботов Samsung SGR-1. Их бездушные глаза, оборудованные инфракрасными датчиками, могут обнаружить противника на расстоянии до 4 км. В настоящее время для того, чтобы робот открыл огонь, необходимо одобрение человека. Но он работает и в автоматическом режиме и может стрелять первым на своё усмотрение.

Кстати, армия США уже располагает более чем тысячью военных роботов, которые принимали участие в войне в Ираке и в Афганистане, и по прогнозам военных экспертов Вашингтонского университета Сент-Луиса уже через несколько лет армия Соединённых Штатов на 30 % будет состоять из роботов.

Тактическая машина-робот Crusher (сокрушитель) предназначена для выполнения тактических боевых задач, доставки грузов (грузоподъёмность — до 4 т, скорость — до 42 км/ч) и может оснащаться различным вооружением.

Радиоуправляемый боевой робот Gladiator TUGV имеет на вооружении пулемёты М-249 и М-240, пистолет—пулемёт Узи и др.

Робот-разведчик Talon использовался в Ираке для работы с самодельными взрывными устройствами. Для боевого использования на роботе устанавливается боевая система наблюдения и разведки Swords, на которую можно установить винтовку M16, пулемёт, гранатомёт или огнемёт.

Роботы REMUS являются автономными подводными аппаратами, они производили очистку вод от мин в ходе Иракской войны (пока это единственный вид роботов, которые принимали участие в реальных боевых действиях).

Готовятся к приёму на вооружение даже роботы "комары—убийцы", механизмы работы которых скопированы с обычных комаров. По приказу со спутника каждый робот-комар будет находить человека в радиусе 100 м от места выброса ёмкости с комарами и впрыскивать под кожу человека сильнодействующий яд.

Разработка нанороботов, которые используются по одиночке или группами, ещё больше усложняет уже и так запутанную картину технологического мира ввиду того, что эти устройства в существующем правовом вакууме когда-нибудь обретут вооружение.

Компании в США, Великобритании, Германии, ОАЭ, Иордании и Южной Африке также разрабатывают "менее летальное" роботизированное оружие для охраны правопорядка, которое управляется удалённо или автоматически стреляет при прикосновении. Такие системы, по-видимому, могут стрелять гранатами со слезоточивым газом, резиновыми пулями и дротиками электрошокеров. Раши Абдул-Рахима, эксперт Amnesty International по вопросам контроля за оружием, торговлей средствами безопасности и правам человека, предупреждает о потенциальных угрозах двумя типовыми сюжетами: "Представьте себе, где-то в далёкой стране вспыхивает война, вокруг хаос и разрушения, а роботы, выглядящие как терминаторы, чья задача — уничтожить живую силу противника, убивают и калечат мирных жителей; или... где-нибудь в другом месте мирные демонстранты выходят на улицу, чтобы потребовать соблюдения своих прав, но их разгоняют полицейские, похожие на робокопов, и вооружённые самоходные роботы, которые отслеживают каждое движение протестующих, стреляют в них и распыляют слезоточивый газ".

Что касается искусственного интеллекта, то его разработки идут не менее активно. В Новой Зеландии, к примеру, компания Touchpoint Group заявила о планах по созданию "самого злого" робота в мире, которому искусственный интеллект поможет решать сложные конфликтные ситуации с участием разозлённых клиентов, крупных банков телекоммуникационных или страховых компаний. Робот будет имитировать поведение нескольких сотен миллионов разозлённых клиентов для того, чтобы их службы клиентской поддержки тренировались справляться с конфликтами. Ведь искусственному интеллекту всё равно с кем вести войну. Как поясняет исполнительный директор Touchpoint Group Фрэнк ван дер Вельден, искусственный интеллект также будет просчитывать возможное развитие событий: в какой момент спор с клиентом достиг точки невозврата , а на каком этапе можно избежать скандала. Кстати, устройство неофициально уже получило название "Главный Радиант" по названию суперкомпьютера, предсказывающего поведение людей на основе анализа данных, "психоистории", из классического романа Айзека Азимова "Основание".

Разработку боевых роботов называют третьей военной технологической революцией. До этого произошло два ключевых события, навсегда изменивших войну: изобретение пороха и ядерного оружия. И нельзя исключать, что именно третья революция станет последней, а люди, попытавшиеся защитить свою жизнь, лишатся её. Авторы петиции отмечают, что технология искусственного интеллекта достигла той точки, когда развёртывание автономных вооружений становится возможным уже в ближайшие годы, а не десятилетия, и это хорошо вписывается в мир научной фантастики, ведь именно в первой половине XXI века, согласно многим книгам и фильмам, должны быть созданы машины, способные мыслить, а возможно, и уничтожить человечество. Так что участники упомянутой выше конференции IJCAI не шутили — подобное развитие событий вполне возможно. Пентагон и военные во всём мире уже разрабатывают всё более автономное оружие, выходящее далеко за рамки дронов с дистанционным управлением, которые использовал Вашингтон в Пакистане, Афганистане и других странах. Технологические достижения позволят этим новым видам оружия выбирать мишень и стрелять по ней на свой выбор без одобрения человека. Некоторые предсказывают, что эти роботы в один прекрасный день будут сражаться бок о бок с солдатами-людьми. И неудивительно, что известие о роботах, которые убивают, заставляет некоторых людей нервничать.

Те, кто выступает в поддержку разработки подобных систем, говорят, что для решения любых проблем достаточно существующих законов ведения войны. При этом они считают, что в любом случае механизм регулирования этого вопроса должен использовать не запрет на разработку этих технологий, но лишь мораторий на их внедрение.

Их оппоненты утверждают, что такие роботы представляют угрозу человечеству и любые функции "автономного уничтожения" необходимо полностью запретить, поскольку такие системы не могут гарантированно соблюдать нормы международного права. Впрочем,





сей вопрос до сих пор и не обсуждался на международном уровне, что само по себе представляет большой риск для всего человечества.

Существует и некое промежуточное мнение. Быть может, роботы-убийцы помогут сильно снизить уровень потерь среди мирного населения, потому что смогут лучше определять тот момент и те условия, при которых следует действовать, чем это могут делать люди. Но опасность тут видится в другом, в том, что они будут приняты на вооружение слишком поспешно, до того, как они будут доведены до приемлемого уровня. И пока этот уровень не будет достигнут (а сначала хотя бы просто осмыслен), необходим запрет на их разработку. К тому же достаточно простого сбоя, хакерской атаки или воздействия средств РЭБ (радиоэлектронной борьбы), при котором перепутаются, например, метки между врагом и не врагом. И пугает как раз такая потеря контроля над автономными механизмами.

В настоящее время роботы-убийцы стали предметом многочисленных дискуссий и недавно даже обсуждались в комитетах ООН, которые рассматривали потенциальный запрет на определённые типы автономного оружия. Теперь эксперты призывают ввести конкретный запрет на использование искусственного интеллекта для управления оружием, которое оказалось бы "вне существенного контроля человеком". Собственно, тема армейских роботов и возможного "восстания машин" обсуждается уже давно, но почему-то упомянутая петиция составляется именно сейчас, и её подписывают крупнейшие действующие лица из мира хайтэка, причём многие из них, вроде И. Маска (через проект SpaceX), сотрудничают с военными и активно вкладывают деньги в новейшие и перспективнейшие технологии.

Кстати, И. Маск и С. Хокинг уже давно предупреждают человечество о том, что искусственный интеллект — "наша самая большая угроза". Стоит отметить, что И. Маск в начале этого года даже выделил 10 млн долларов, чтобы машины использовались только во благо человечеству. Другие, включая С. Возняка, пришли к такому мнению совсем недавно. Последний даже заявил, что люди станут для роботов "домашними животными, о которых надо заботиться".

Очевидно, что подписавшие петицию учёные и бизнесмены не рассказывают нам всё что знают. Однако известно, что, к примеру, Пентагон активно финансирует разработки в области робототехники. Может быть, тот же И. Маск получил такой заказ на "заботу" о "домашних животных", от которого предпочёл отказаться?

Учёные предупреждают об опасности начала новой гонки вооружений ещё и потому, что в отличие от атомной бомбы разработка оружия с искусственным интеллектом не требует наличия труднодоступных материалов и может быть легко скрыта, как и любая ИТ-технология. К тому же уже существуют системы искусственного интеллекта и роботы, которые способны совершать зондирование окружающей среды, перемещение и навигацию, планирование или принятие решений. Эти системы просто должны быть объединены...

"Конечная точка траектории этой технологии очевидна: автономные вооружения станут автоматами Калашникова завтрашнего дня. Ключевой вопрос для человечества сегодня состоит в том, начинать ли глобальную гонку вооружений с искусственным интеллектом или предотвратить её", — резюмировали авторы. Кроме того, они утверждают, что искусственный интеллект действительно можно использовать на поле боя, чтобы сделать его более безопасным для военнослужащих. Однако наступательное вооружение с применением искусственного разума приведёт к росту потерь человеческих жизней, потому что искусственный интеллект контролировать сложнее, чем атомные бомбы.

"Автоматические вооружения идеально подходят для таких миссий, как точечные ликвидации, дестабилизация государств, подавление народов и избирательное истребление представителей определённой этнической группы, — цитирует The Financial Times текст документа. — Искусственному интеллекту можно найти множество применений, которые позволят сделать поле боя более безопасным для людей, в первую очередь для гражданского населения, не создавая при этом новых орудий человекоубийства".

В петиции поясняется: "Вооружённый квадрокоптер, который сам ищет цель, — это автономное оружие, а крылатая ракета — нет, потому что решение за неё принимает человек". "Многим военным нравится концепция автономных, роботизированных убийц, поскольку они позволяют создать ключевое преимущество над противником, их применение не ставит под угрозу собственные войска, а в долгосрочной перспективе они к тому же могут обойтись дешевле, чем продвинутые оружейные системы, требующие попутно поддерживать жизнедеятельность экипажа и защищать его, как, например, боевые самолёты". Кроме того, как пишет The Financial Times, "военные стратеги Запада боятся, что если они не будут развивать эту технологию, то в новой гонке вооружений могут утратить лидерство, уступив потенциальным противникам, таким как Китай".

Ключевой аргумент в пользу внедрения роботизированных соединений в армейскую сферу заключается в том, что можно будет снизить число смертей, предоставив войну роботам. Однако информированные специалисты сомневаются в этом и считают, что гонка вооружений, которая вспыхнет после появления роботов, не принесёт в итоге ничего хорошего.

Уже сейчас агентство передовых оборонных исследовательских проектов (DARPA), филиал Министерства обороны США, обвинено в продвижении военных технологий. Оно имеет две программы, которые могли бы вызвать беспокойство, — сказал Рассел. Проект Fast Lightweight Autonomy (FLA) — разработка крошечных беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для быстрого перемещения в городских районах. И проект CODE (Совместные Операции в Отрицаемой Окружающей среде) включает разработку дронов, которые могли бы сотрудничать, чтобы найти и разрушить цели, так же, как волки охотятся в стаях. Впрочем, даже с одним граммом взрывчатки можно проделать дыру в чьей-то голове с помощью робота размером с насекомое. Но разве это тот мир, который мы хотим создать, и хотим ли мы жить в нём?

Существующие международные гуманитарные законы не направлены на развитие летального роботизированного оружия. Одно из нескольких соглашений Женевской конвенции 1949 г., которое определяет гуманное обращение с врагами во время военного времени, требует, чтобы любые военные действия удовлетворяли трём критериям: военная необходимость; дискриминация между солдатами и гражданскими лицами; взвешивание ценности военной цели против потенциала сопутствующего ущерба. Но сомнительно, что роботизированные боевые комплексы смогут соблюдать законы и обычаи войны, в том числе требование делать различия между комбатантами (от фр. combatant — сражающийся) и гражданским населением, чтобы принять необходимые меры предосторожности и свести к минимуму ущерб гражданским лицам, а также оценить соразмерность ответного удара.

"Есть смысл задаться вопросом: уменьшится ли ценность человеческой жизни от того, что роботам позволят убивать людей?" — говорит Питер Асаро, доцент Школы медиаисследований в Нью-Йорке и представитель кампании против роботов-убийц. Философы, правоведы и учёные уже относительно давно задаются этим вопросом, в то время как мир готовится к массовому приходу роботов, которые будут косить газоны, ухаживать за пожилыми людьми, учить детей, страдающих аутизмом, и даже водить наши автомобили. Они не могут убивать, однако представители дорожного движения хотят заставить правительства и суды рассмотреть ряд юридических и этических вопросов. К примеру, на кого я должен подать в суд, если меня собьёт машина без водителя? Что делать, если робот-медик даст пациенту неправильный препарат? Что делать, если робот-уборщик наехал на спящего на пляже человека? А может ли робот совершить военное преступление? И если автономная компьютерная система, запрограммированная на то, чтобы отличать вражеских солдат от гражданского населения, на самом деле нажимает на курок без "человеческого одобрения", то будет очень трудно держать ситуацию под контролем, если что-то пойдёт не так. Люди, которые действительно работают над созданием искусственного интеллекта, говорят, что нам есть о чём беспокоиться.

На самом деле дискуссия вокруг роботов-убийц сводится к трём законам робототехники из рассказов Айзека Азимова: запрет вредить людям;

подчиняться людям, только если это не противоречит первому закону; защищать собственную жизнь при условии, что это не нарушает первые два закона. Однако рассказы А. Азимова как раз и посвящены недостаткам указанных законов. Тем не менее профессор Рональд Аркин из Технологического института Джорджии, известный американский конструктор роботов, работающий над проектами Пентагона, утверждает, что роботы-убийцы или другие автоматизированные системы вооружения могут быть запрограммированы так, чтобы следовать законам войны и следовать им лучше, чем люди. Робот никогда не будет стрелять, защищая свою жизнь или испугавшись. Он будет иметь доступ к информации и данным, которые ни один солдат—человек не смог бы обработать так быстро, что делает менее вероятной ошибку в "пылу битвы". Он никогда не будет намеренно убивать мирных жителей в отместку за смерть товарища. И он действительно может следить за солдатами, чтобы они не совершали злодеяния.

Профессор Аркин также утверждает, что автономная технология уже есть. К примеру, U.S. Patriot missile batteries автоматически выбирают цели и дают человеку до 9 с, чтобы отменить цель и остановить ракету, а система U.S. Navys Phalanx защищает корабли, автоматически сбивая ракеты. Но даже он и его коллеги требуют мораторий на разработку более автономного оружия до тех пор, пока можно будет показать, что они могут уменьшить потери среди гражданского населения. "Никто не хочет появления Терминатора. Кто хотел бы иметь систему, которую можно отправить на задание, и она будет самостоятельно решать, кого нужно убить? — говорит профессор Аркин. — Эти системы должны разрабатываться очень тщательно и осторожно, и я думаю, что есть способы сделать это".

Переданный нам из 1953 г. "привет" Р. Шекли и петиция учёных от 2015 г. серьёзно предупреждают о том, что человечество должно быть осторожным в развитии автономного оружия. В частности, у Р. Шекли для уничтожения вышедших из-под контроля страж-птиц создали Ястреба и: "Высоко в небе Ястреб атаковал страж-птицу. Бронированная машина—убийца за несколько дней многому научилась. У неё было одно единственное назначение — убивать. Сейчас оно было направлено против совершенно определённого вида живых существ, металлических, как и сам Ястреб. Но только что Ястреб сделал открытие: есть ещё и другие разновидности живых существ... Их тоже следует убивать".

В-общем, не читайте эту статью на ночь...

*По материалам **The Financial Times, Forbes, The Guardian, pcnews.ru, inopressa.ru, tech.obozrevatel.com, infokl.ru, newdaynews.ru, bfm.ru, investfuture.ru, amnesty.org.ru, clubz-bg.ru, texnomaniya.ru***

МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура)

А. ЛИТАВРИН, г. Берёзовский Кемеровской обл.

Налаживание, компоненты, измерения

Налаживание УМЗЧ сводится к двум регулировкам.

Первая регулировка: ток покоя мощного выходного каскада в блоке ВУМ должен находиться в пределах 50...100 мА для 3VT8, 3VT9 и 100...200 мА для 4VT6—4VT9. Ток покоя изменяют подбором сопротивления резисторов 3R16 и 3R17 (4R16 и 4R17), которые задают напряжение смещения для мощных выходных транзисторов. Это рекомендуется сделать с помощью дополнительных параллельных резисторов номиналом, в 30...100 раз большим.

Вторая регулировка: постоянный выходной ток входного ИТУН должен быть равен нулю, критерий — нулевое значение напряжения на выходе УМЗЧ и небольшое (до +/−2 В) на выходе интегратора ОУ DA2. Это рекомендуется сделать, уточняя сопротивление резисторов 2R12, 2R13, 2R17, 2R18, которые задают токи ГСТ.

В отсутствие уверенности в правильности сборки усилителя рекомендуется отдельная проверка и подстройка режима блока ВУМ. Блок ВУМ представляет

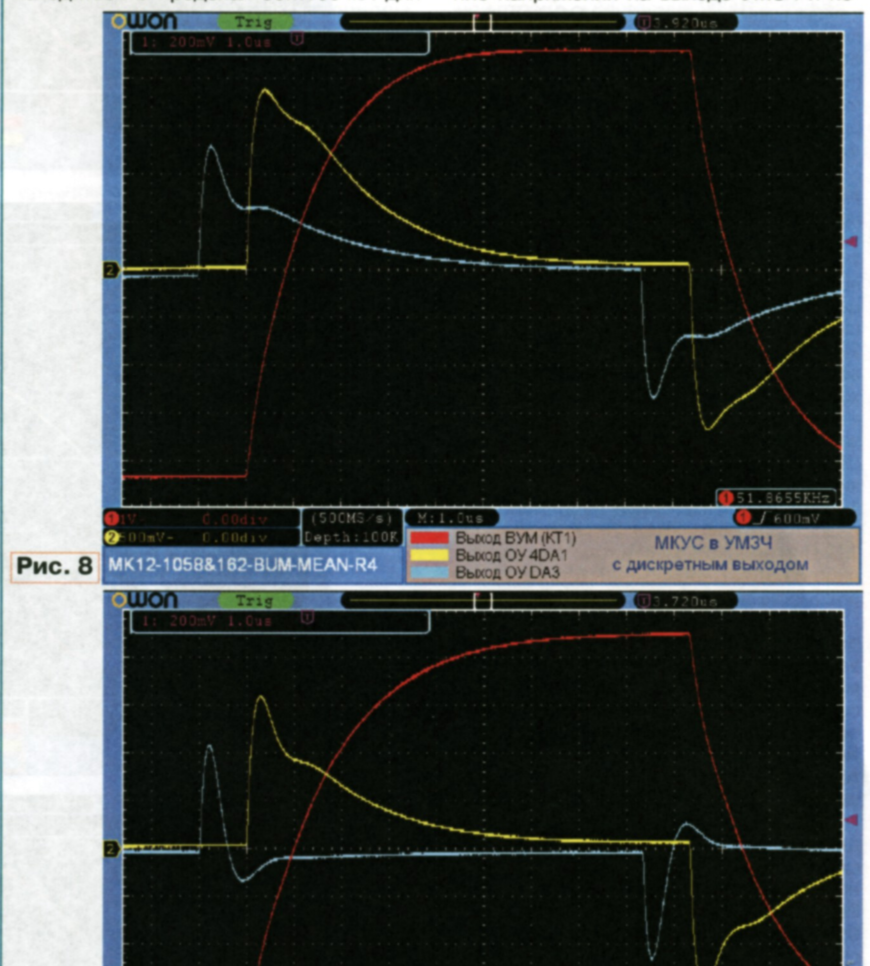


Рис. 8

Рис. 9

Окончание. Начало см. в "Радио", 2015, № 10

собой функционально законченное устройство, которое может работать отдельно, без блока ПУС. После подстройки режима блока ВУМ приступают к налаживанию усилителя в целом. Здесь возможны несколько вариантов, которые могут быть полезны и для других УМЗЧ с МКУС.

Если исключить (изъять) из УМЗЧ элементы 3R3 (или 4R3), L1 и R37, то этим мы отключим усилитель в блоке ПУС. Нагрузку в этом случае следует подключить к выходу блока ВУМ (точка КТ1). В другом варианте, если исключить (изъять) из УМЗЧ резистор R28, то это отключит прецизионный усилитель (а также входной ИТУН и интегратор) в блоке ПУС.

Возможен также вариант с отключением входного ИТУН и интегратора. В этом случае цепь прецизионной ООС следует отключить от выхода входного ИТУН и соответственно подключить её к резервному резистору R32, соединив его правый по схеме вывод (выход А) с левым выводом резистора R33. Номинал резистора должен быть равен номиналу R29 (2,2 кОм).

В этом варианте весьма удобно произвести проверку и налаживание входного ИТУН, временно подключив к нему нагрузочный резистор сопротивлением 1 кОм. В рабочем состоянии выходной постоянный ток ИТУН должен быть меньше 50 мкА. Для исключения влияния интегратора нижний вывод резистора 2R11 следует подключить к общему проводу ОП1, отключив его при этом от выхода интегратора (ОУ DA5).

Ток верхнего источника тока (2VT5) равен сумме токов нижних источников тока (2VT8 и 2VT7). Ток стока каждого из транзисторов 2VT3, 2VT4 и 2VT8, 2VT9 равен 10 мА, что соответствует напряжению на резисторах 2R12, 2R13, 2R17, 2R18 около 1 В. При необходимости ток стока какого-либо из этих транзисторов корректируют подбором соответствующего резистора.

Указанные на схеме типы транзисторов 2VT1—2VT4 и 2VT7—2VT9 можно заменить более современными, например, 2SK709, 2SK710, 2SK711 с индексом V. Эти транзисторы более качественные и обладают более высокой крутизной, тогда сопротивления резисторов 2R12, 2R13, 2R17, 2R18 следует уменьшить в два раза.

Все резисторы в блоках ПУС и ВУМ — для поверхностного монтажа типоразмеров 0805 и 1206 с рассеиваемой мощностью 0,125 и 0,25 Вт соответственно. Резисторы мощностью более 0,25 Вт набраны (соединены параллельно) из нескольких резисторов типоразмера 1206 и с номиналом, пропорционально большим. Соответственно 2R10 — 3×1,2 кОм; R30 — 2×20 кОм; R33 — 10×100 кОм; R26 — 2×51 Ом; R44 — 2×150 Ом; R45 — 4×620 Ом; 3R7 — 2×20 кОм; 3R22, 3R23 — 2×2 Ом; 3R24, 3R25 — 20×2 Ом; 4R7 — 2×20 кОм; 4R29, 4R30 — 3×12 кОм.

Резисторы в прецизионном канале (2R10 и R33) должны быть достаточно качественными, здесь можно рекомендовать металлоплёночные резисторы или серии MELF, весьма хорошо работают и углеродистые резисторы. В качестве конденсатора C17 в прецизионной ООС можно рекомендовать полипропиленовые (МКР) или слюдяные (КСО) конденсаторы, возможно применение и керамических (SMD) термостабильной

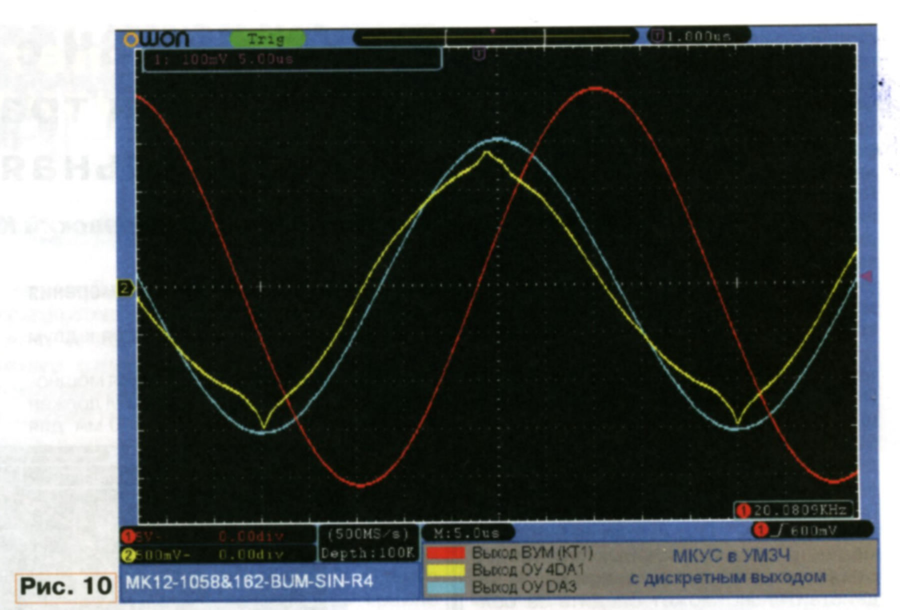


Рис. 10

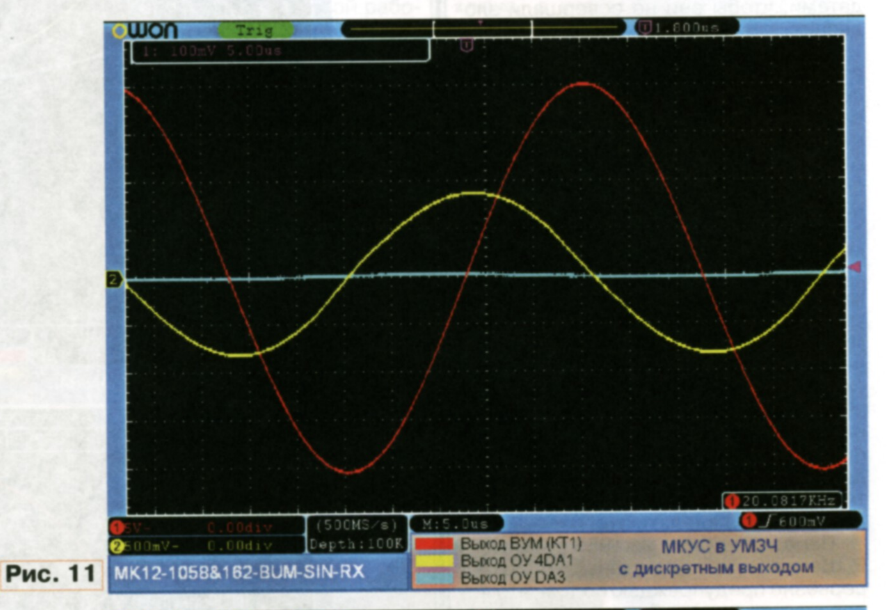


Рис. 11

MK12-1058&162-PUS-MEAN-R4 — Выход ПУС (КТ2), Выход ОУ DA3, Выход ОУ DA4 — МКУС в УМЗЧ с дискретным выходом

Рис. 12

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

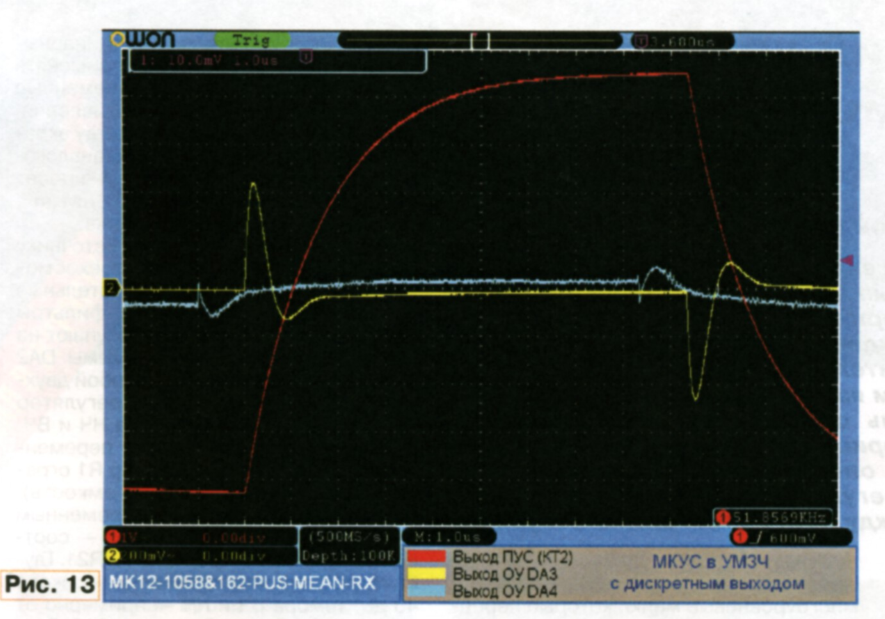


Рис. 13 MK12-1058&162-PUS-MEAN-RX

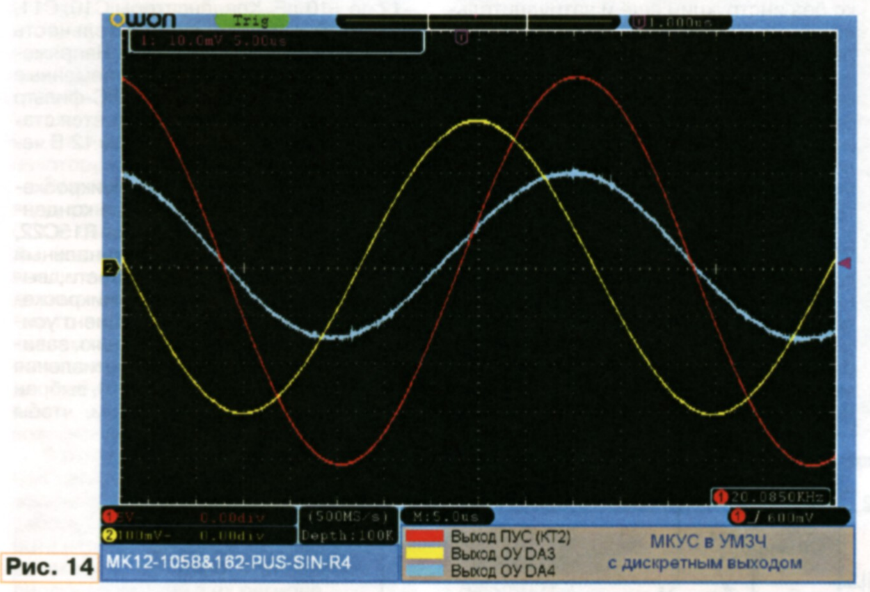


Рис. 14 MK12-1058&162-PUS-SIN-R4

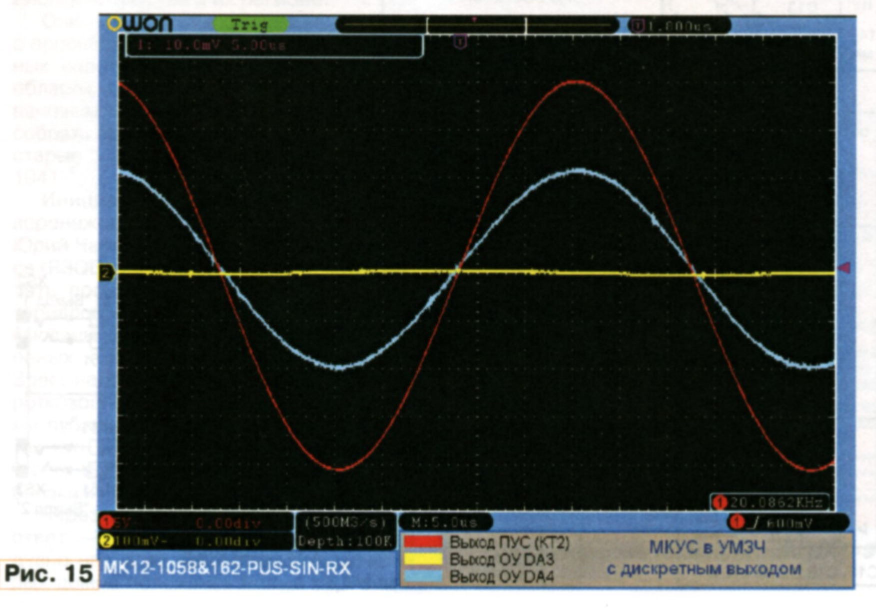


Рис. 15 MK12-1058&162-PUS-SIN-RX

группы NP0 на напряжение 150—500 В.

Все катушки индуктивности в блоках ПУС и ВУМ (L1; L2; L3; 3L1; 4L1) идентичны и отличаются подавленной добротностью [1]. Все катушки имеют индуктивность 2 мкГн (основная обмотка) при отключённом шунтирующем резисторе. Диаметр обмоточного провода основной обмотки — не менее 0,7 мм. При диаметре каркаса 11 мм обмотка имеет 20 витков. Поверх основной обмотки намотана дополнительная шунтирующая обмотка. Это необходимо для снижения добротности катушки. Число витков шунтирующей обмотки равно числу витков первичной, а диаметр провода намного меньше, 0,3...0,4 мм. Начало вторичной обмотки соединяют с концом первичной обмотки, а конец вторичной обмотки соединяют с шунтирующим резистором, второй вывод которого соединяют с началом первичной (мощной) обмотки.

Другой (второй) вариант конструкции этих катушек индуктивности — намотка жгутом из семи проводов диаметром 0,3...0,4 мм, на оправке диаметром 5 мм (обычный карандаш) наматывают около 20 витков. Длину намотки, равную 5 мм, ограничивают щёчками. Полученную катушку снимают и фиксируют клеем. Крайние выводы всех проводов (кроме одного) соединяют вместе, что образует первичную обмотку. Один провод из этого жгута образует вторичную шунтирующую обмотку, которую подключают к резистору и к первичной обмотке согласно схеме.

Результаты измерений некоторых параметров УМЗЧ представлены осциллограммами, полученными на основе скринов (фото) с осциллографа OWON DS7102V. Сокращённые обозначения в названии конкретного графического файла (на **рис. 8—15** в левом нижнем углу) характеризуют соответствующий режим измерений. Соответственно МК12 — версия усилителя, цифровой индекс 5200&1943 или 1058&162 указывает на тип выходного каскада в измеряемом усилителе, т. е. ВУМ1 (см. рис. 6) или ВУМ2 (см. рис. 7), а обозначения PUS или BUM соответствуют измерениям в блоке ПУС или ВУМ. Обозначения SIN или MEAN характеризуют режим измерений при подаче на вход УМЗЧ синусоидального сигнала (20 кГц) или сигнала "меандр" (50 кГц). Обозначения RX или R4 в конце файла характеризуют режим измерений для УМЗЧ без нагрузки (RX) или с подключённой нагрузкой сопротивлением 4 Ом (R4).

При испытании УМЗЧ сигналом "меандр" частотой 20 или 50 кГц явные различия в переходных процессах отсутствуют. Поэтому удобней наблюдать форму сигнала на частоте 50 кГц, так как длительность развёртки в этом случае значительно меньше. Следует отметить, что для лучшего отображения один из лучей (сине-голубой) смещён на одно деление вперёд (влево), а его параметры указаны в левом верхнем углу.

В общем случае можно отметить, что уровень сигнала на выходе прецизионного усилителя на ОУ DA4 весьма мал, вне зависимости от режима измерений. Другое достоинство используемой МКУС — форма переходных процессов на сигнале "меандр" практически одинакова для обоих вариантов блока ВУМ (на биполярных и полевых транзисторах). ■

Корректирующий усилитель ЗЧ для мультимедийных устройств

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

При просмотре любительских видеозаписей, старых фильмов, видеозаписей с неправильно выполненными настройками кодирования аудиодорожек часто приходится иметь дело с плохим качеством звукового сопровождения. Иногда оно может быть настолько плохим, что затруднительно разобрать речь не только на иностранном, но и на родном языке. В подобной ситуации во многих случаях может помочь соответствующая коррекция амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) тракта звукового сопровождения. Для гибкого оперативного управления АЧХ предлагается использовать регулируемый предварительный усилитель ЗЧ, включаемый между источником сигнала и усилителем мощности ЗЧ.

При подключении к телевизорам, компьютерным мониторам и активным акустическим системам различных мультимедийных устройств (DVD- и MPEG-4-плейеров, видеокамер, фотоаппаратов, планшетных компьютеров, электронных книг, навигаторов) для улучшения качества звука между цифровым источником сигнала и телевизором или иным бытовым прибором, содержащим УМЗЧ, желательно включить предварительный усилитель ЗЧ, с помощью которого можно быстро скорректировать тембр, громкость и стереобаланс звука. Цифровые мультимедийные устройства часто содержат встроенный программный эквалайзер для корректировки тембра, но обычно им неудобно пользоваться, поскольку "добираться" до него приходится через многоуровневые меню, которые нередко без инструкции ещё и затруднительно найти. Кроме того, "кнопочное" управление параметрами звука имеет такой явно выраженный недостаток, как медлительность — время регулировки от одного крайнего значения до другого и обратно может доходить до 30 и более секунд, в то время как ручку переменного резистора можно повернуть туда-обратно за одну секунду.

Схема предварительного усилителя ЗЧ с электронными регулировками громкости, стереобаланса и тембра по высшим и низшим частотам представлена на **рис. 1**. По сравнению с пассивными регуляторами громкости и тембра такие регуляторы не требуют применения высококачественных сдвоенных переменных резисторов, можно вполне обойтись обычными одинарными, не обязательно также применять для регуляторов тембра переменные резисторы заданного сопротивления, снижаются требования к качеству экранирования. С другой стороны, аналоговые электронные регуляторы вносят больше искажений и больше "шумят", чем пассивные регуляторы звука.

Вилку XP1 подключают к источнику звуковых сигналов. Через трёхобмоточный дроссель L2, разделительные конденсаторы C4, C2 и RC-фильтры R8C5, R11C7 сигналы ЗЧ поступают на входы интегральной микросхемы DA2 (AN5836), представляющей собой двухканальный электронный регулятор громкости, баланса и тембра НЧ и ВЧ. Уровень громкости изменяют переменным резистором R4 (резистор R1 ограничивает минимальную громкость), баланс стереоканалов — переменным резистором R2, тембр НЧ и ВЧ — соответственно резисторами R20 и R21. Глубина регулировки громкости — около 45 дБ, тембра ВЧ и НЧ — примерно от −12 до +10 дБ. Конденсаторы C10, C11, C18, C19 снижают чувствительность микросхемы DA2 к помехам. Напряжение питания поступает на переменные резисторы регуляторов через RC-фильтр R19C21. Микросхема DA2 питается стабилизированным напряжением 12 В через LC-фильтр L3C17C20.

Стереосигнал с выходов микросхемы DA2 через разделительные конденсаторы C15, C16 и RC-фильтры R15C22, R18C25 поступает на двухканальный телефонный усилитель мощности, выполненный на интегральной микросхеме DA3 (CD2025CP). Коэффициент усиления её каналов по напряжению, зависящий от соотношения сопротивления резисторов R15, R22 (R18, R23), выбран относительно большим, таким, чтобы

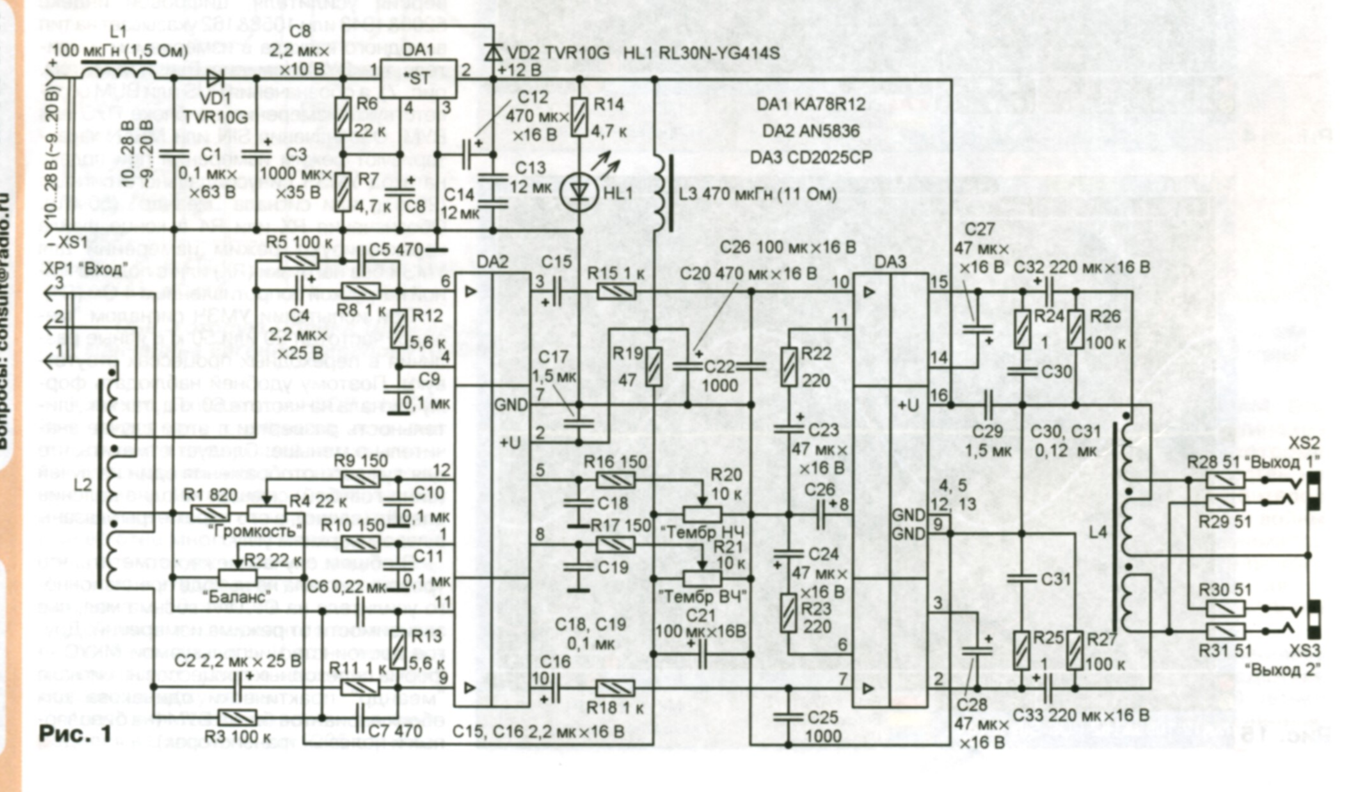


Рис. 1

была возможность "раскачать" высокоомные Hi-Fi стереотелефоны от самого слабого источника сигнала — карманного MP-3-плейера. Конденсаторы C27, C28 — вольтодобавка. Демпфирующие цепи R24C30, R25C31 и конденсаторы C22, C25 препятствуют самовозбуждению микросхемы.

С выходов микросхемы DA3 через разделительные конденсаторы C32, C33 и обмотки дросселя L4 стереосигнал поступает на гнёзда XS2, XS3, к которым можно подключить головные телефоны, вход внешнего УМЗЧ, телевизора, компьютерного монитора. На каждое гнездо выходной сигнал поступает через индивидуальные токоограничивающие резисторы R28, R29 и R30, R31. При необходимости число гнёзд для подключения звуковоспроизводящих устройств можно увеличить [1]. Резисторы R26, R27 необходимы для устранения щелчка при подключении к выходу нагрузки, если питание УНЧ включено ранее.

Коэффициент передачи по напряжению усилителя в целом при установленных на максимум регуляторах громкости и тембра на частоте 1000 Гц — около 25. Этого обычно достаточно, чтобы согласовать между собой по уровням ЗЧ выход мобильного устройства и вход ЗЧ телевизора.

На интегральной микросхеме DA1 (KA78R12) собран стабилизатор напряжения 12 В. Диод VD1 защищает устройство от подачи напряжения питания неправильной полярности и, кроме того, позволяет питать конструкцию от источника напряжения переменного тока. Отношение сопротивления резисторов R6, R7 выбрано таким, чтобы стабилизатор выключался, обесточивая нагрузку, при входном напряжении менее 9 В. Светодиод HL1 светит при наличии напряжения питания. Дроссель L1 снижает чувствительность устройства к импульсным помехам, а также выполняет функцию плавкой вставки.

Большинство деталей усилителя смонтированы на плате размерами 65×56 мм (**рис. 2**). Монтаж — двухсторонний навесной. Постоянные резисторы — С1-4, С1-14, С2-14, МЛТ указанной на схеме мощности рассеяния. Переменные резисторы — СП3-4, СП3-33, СП3-9а, СП3-9б, СП4-1 или аналогичные малогабаритные импортные сопротивлением 10...50 кОм. Их металлические экраны и валики движков соединяют с общим проводом (это необходимо для защиты микросхемы DA2 от статического электричества). Оксидные конденсаторы — малогабаритные импортные аналоги К50-68, К53-19, К53-30. Конденсатор C1 — плёночный с номинальным напряжением не ниже 50 В. Конденсаторы C6, C9, C11 — плёночные малогабаритные, C13, C14 — для поверхностного монтажа, остальные неполярные конденсаторы — керамические К10-17, К10-50 или их аналоги. Конденсаторы C13. C14 установлены между выводами C12, а C17, C29 — в непосредственной близости от выводов питания соответствующих микросхем.

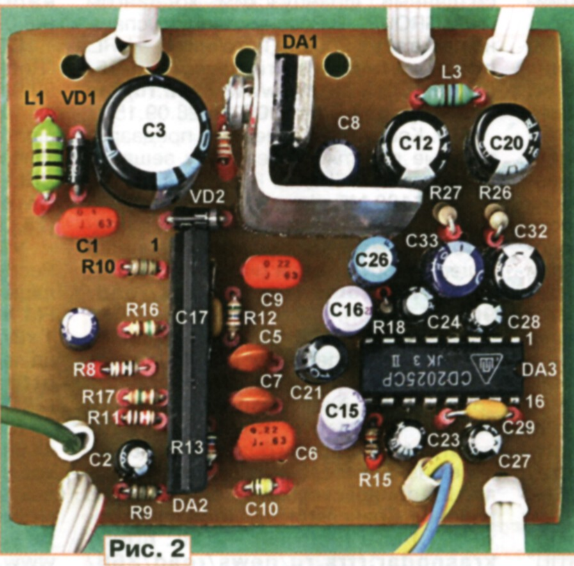


Рис. 2



Рис. 3

При использовании резисторов и конденсаторов для поверхностного монтажа их после пайки приклеивают к монтажной плате моментальным цианакриловым клеем.

Диоды TVR10G заменимы любыми из серий 1N4001—1N4007, UF4001—UF4007, 1N4933GP—1N4937GP, КД209, КД243, КД247. Вместо светодиода RL30N-YG414S зелёного цвета свечения подойдёт любой общего применения непрерывного свечения.

Возможная замена микросхемы KA78R12 (DA1) — любая из ***78R12. Эту микросхему устанавливают на дюралюминиевый теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности (одной стороны) не менее 10 см^2. Вместо микросхемы AN5836 подойдёт AN5835, а вместо CD2025CP — TEA2025B (без дополнительного теплоотвода). Дроссели L1, L3 — промышленного изготовления с ферритовыми Н-образными магнитопроводами. Сопротивление обмотки первого из них должно быть в пределах 1...2 Ом, второго — 10...20 Ом (при меньшем сопротивлении последовательно с обмоткой включают добавочный резистор). Дроссели L2, L4 — самодельные и представляют собой несколько витков монтажного провода (L2 — экранированного), намотанных на кольцевые магнитопроводы внешним диаметром 8...20 мм из низкочастотного феррита.

Усилитель собран в пластмассовом корпусе размерами 82×68×47 мм (**рис. 3**) от свинцово-кислотной аккумуляторной батареи напряжением 6 В для ручного фонаря. Лицевая панель и панель, на которой закреплены переменные резисторы, вырезаны из листового полистирола толщиной 3 мм.

Безошибочно изготовленный из исправных деталей усилитель начинает работать сразу и налаживания не требует. Для его питания подойдёт любой источник напряжения постоянного тока с выходным стабилизированным напряжением 10...28 В (например, описанный в [2]), нестабилизированным 13...28 В постоянного тока или 9...20 В переменного тока, способного отдавать ток в нагрузку не менее 0,12 А. Если усилитель будет питаться от собственного источника, то в качестве понижающего трансформатора можно применить, например, ТС6-2 (в этом случае диод VD1 следует заменить выпрямительным мостом).

При подключении усилителя к мобильным источникам сигнала с низковольтным аккумуляторным питанием (мобильный телефон, планшетный компьютер) их регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления, а в стационарных источниках — в положение, близкое к максимальному, в котором отсутствует перегрузка выходных каскадов (действующее значение выходного сигнала — около 0,2...0,5 В).

Если предварительный усилитель предполагается встроить в какой-либо готовый УМЗЧ, например, в активные "компьютерные" АС, то каскад на микросхеме DA3 может оказаться ненужным, в таком случае выходы микросхемы DA2 подключают к входу УМЗЧ через разделительные конденсаторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Активный разветвитель сигнала для стереотелефонов. — Радио, 2014, № 1, с. 12—14.

2. **Бутов А.** Импульсный лабораторный блок питания на LM2575T-Adj. — Радио, 2010, № 3, с. 23, 24.

РАДИО
ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2015

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Радиостанция "Нева FM", которая входит в "Балтийскую медиагруппу", с 14 сентября переходит на автоматическое вещание. Об этом коллектив радиостанции сообщил на странице **https://www.facebook.com/nevafm95.9** в социальной сети Facebook.

"Руководством "Балтийской медиагруппы" было принято решение перевести радиостанцию "Нева FM" в режим автоматического вещания. Фактически это значит, что из эфира исчезнут голоса наших ди-джеев, ведущих новостей и авторов программ. Останется много музыки. Спасибо, что слушали, советовали и критиковали. Благодаря вашей поддержке, нам удалось претворить в жизнь идею радио нового формата. Мы надеемся, что вам было с нами интересно, нам с вами уж точно. Программы нашей радиостанции по-прежнему будут доступны на сайте "Нева FM" (**http://www.neva.fm/**). До новых встреч!", — говорится в сообщении.

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. 4 сентября филиал РТРС "Волгоградский ОРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" в пос. Новоаннинском на частоте 106,1 МГц (источник — URL: **http://volgograd.rtrs.ru/news/read/342/** (28.09.15)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. 25 августа филиал РТРС "Вологодский ОРТПЦ" запустил в эксплуатацию передатчик "Радио России" на частоте 103,4 МГц в г. Череповце. Сигнал доступен в радиусе 30 км (источник — URL: **http://vologdaregion.ru/news/2015/8/25/radio-rossii-v-cherepovce-budet-translirovat-sya-v-fm-diapazone** (28.09.15)).

ИРКУТСК. Благодаря работе сотрудников филиала РТРС "Иркутский ОРТПЦ" радиостанция "Маяк" появилась в г. Иркутске. Отечественный передатчик мощностью 1 кВт охватывает радиосигналом более 700 тыс. слушателей — это 27,8 % населения области. Трансляция ведётся на частоте 88,1 МГц (источник — URL: **http://irkutsk.rtrn.ru/news/read/262/** (28.09.15)).

16 сентября 2015 г. православная радиостанция "Вера" начала вещание в г. Иркутске на частоте 88,5 МГц (источник — URL: **http://www.patriarchia.ru/db/text/4221312.html** (28.09.15)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Юмор FM" появилась в эфире г. Ленинск-Кузнецкий Кемеровской области на частоте 87,8 МГц. Мощность передатчика — 0,5 кВт (источник — URL: **http://www.vkpm.ru/?an=news-page&uid=100925** (28.09.15)).

КОСТРОМСКАЯ ОБЛ. 14 сентября в областном центре был запущен в эксплуатацию передатчик, транслирующий программу радиостанции "Радио Energy" ("Radio NRJ"). Сигнал охватывает более 300 тыс. жителей г. Костромы и Костромского района. Трансляция ведётся на частоте 98,9 МГц. Радиостанция NRJ — один из самых авторитетных и известных брендов мировой радиоиндустрии, созданный французским холдингом "NRJ GROUP". В России станция успешно работает с 2006 г. (источники — URL: **http://kostroma.rtrs.ru/news/read/95/** (28.09.15)) и **http://www.vkpm.ru/?an=news-page&uid=100979** (28.09.15)).

В г. Костроме проведены предварительные работы по переносу вещания радиостанции "Радио России" в диапазон 88...108 МГц. Уже установлен новый мост сложения, проложен фидер и подготовлено место для установки передающего оборудования (источник — URL: **http://kostroma.rtrs.ru/news/read/96/** (28.09.15)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Филиал РТРС "Краснодарский КРТПЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Вера" в с. Александровка Ейского района. Передатчик мощностью 1 кВт охватывает сигналом более 189 тыс. человек из 50 населённых пунктов Ейского, Щербиновского и Староминского районов. Трансляция ведётся на частоте 101,1 МГц (источник — URL: **http://krasnodar.rtrs.ru/news/read/368/** (28.09.15)).

10 сентября началась трансляция программ радиостанции "Наше радио" в г. Анапе и Анапском районе Краснодарского края. Передатчик мощностью 250 Вт охватывает радиосигналом примерно 142 тыс. жителей на частоте 99 МГц (источник — URL: **http://krasnodar.rtrs.ru/news/read/371/** (28.09.15)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Дача" появилась в середине сентября в эфире г. Выборга на частоте 99,2 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2800.htm** (28.09.15)).

МАРИЙ ЭЛ. "Радио Дача" на частоте 104,1 МГц теперь транслирует свои программы в пгт Куженер Республики Марий Эл (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2776.htm** (28.09.15)).

ЛИПЕЦК. С 25 сентября в г. Липецке началась трансляция радиостанции "Маяк", но теперь уже на новой частоте 106,6 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://lipetsk.rtrn.ru/news/read/159/** (28.09.15)).

РОСТОВ-НА-ДОНУ. Новая городская радиостанция "Ростов FM" стартовала 14 сентября в г. Ростове-на-Дону на частоте 89,4 МГц. Открыло эфир новой радиостанции утреннее шоу "Ростов сегодня" (источник — URL: **http://cityreporter.ru/v-rostove-nachala-veshhanie-radiostantsiya-rostov-fm/** (28.09.15)).

РЯЗАНЬ. 1 сентября филиал РТРС "Рязанский ОРТПЦ" сделал подарок для всех девчонок и мальчишек — начал транслировать радиостанцию "Дети FM" ("Детское радио") в г. Рязани. Передатчик мощностью 1 кВт работает на частоте 96,1 МГц (источник — URL: **http://ryazan.rtrs.ru/news/read/147/** (28.09.15) и **http://www.vkpm.ru/?an=news-page&uid=100924** (28.09.15)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Самарский ОРТПЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Наше радио" в г. Жигулёвске на частоте 96,6 МГц. Передатчик мощностью 1 кВт охватывает радиосигналом около 813 тыс. жителей городов Жигулёвска, Тольятти и их окрестностей (источник — URL: **http://samara.rtrs.ru/news/read/368/** (28.09.15)).

СОЧИ. 24 сентября радиостанция "Rock FM" начала работу на частоте 99,9 МГц в пос. Красная Поляна (Адлерский район г. Сочи). Для станции это уже шестой регион вещания за пределами Москвы и Подмосковья (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/radio-rock-fm-prishlo-v-krasnuyu-polyanu.php** (28.09.15)).

УФА. 25 августа филиал РТРС "РТПЦ Республики Башкортостан" начал трансляцию передач радиостанции "Вести FM" в г. Уфе. Мощность передатчика — 1 кВт, программа звучит круглосуточно на частоте 102,1 МГц (источник — URL: **http://ufa.rtrs.ru/news/read/112/** (28.09.15)).

В столице Башкортостана начинается вещание "Радио Energy": первый выход в эфир — 28 сентября. Теперь каждый ценитель качественной зарубежной музыки может насладиться ею на частоте 88,2 МГц (источник — URL: **http://www.bashinform.ru/news/766345-v-ufe-nachinaet-veshchat-novaya-radiostantsiya/** (28.09.15)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. 10 сентября филиал РТРС "Челябинский ОРТПЦ" запустил в эфир радиостанцию "Маяк" в г. Магнитогорске. Трансляция ведётся на частоте 101,8 МГц (источник — URL: **http://chelyabinsk.rtrs.ru/news/read/433/** (28.09.15)).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. 7 сентября 2015 г. "Наше радио" начало вещание в крупном центре Ямало-Ненецкого автономного округа в г. Надыме. Частота вещания — 104 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nashe-radio-teper-i-v-nadyme-.php** (28.09.15)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ВАТИКАН. Расписание трансляций "Радио Ватикана" на русском языке в зимнем вещательном сезоне:

— с 09.30 до 10.50 — на частотах 15595, 17590 кГц (литургия по религиозным праздникам и в воскресенье);

— с 13.30 до 14.00 — на частотах 1260, 9695, 11875 кГц;

— с 17.10 до 17.40 — на частотах 6185, 7360 кГц.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Британская вещательная корпорация "Би-би-си" объявила о планах расширить свою Всемирную службу, в том числе за счёт увеличения контента на русском языке и начала радиовещания на Северную Корею. Что касается Русской службы, то речь идёт, в частности, либо о создании спутникового телевизионного канала, вещающего на Россию, либо о расширении присутствия в Интернете на таких платформах, как русскоязычный сегмент YouTube, а также RuTube. Кроме того, корпорация планирует впервые начать радиовещание на Северную Корею. Ожидается, что ежедневная ин-

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

формационная передача будет транслироваться на КНДР на коротких волнах.

Арабская служба "Би-би-си" намерена расширить свои региональные программы, сделав акцент на Северной Африке и Ближнем Востоке.

"Би-би-си", как ожидается, обратится к правительству за помощью в финансировании расширения деятельности Всемирной службы. Корпорация готова удвоить эти деньги за счёт прибыли своих коммерческих подразделений, таких как "BBC World News". Лицензия на право просмотра телевидения (TV licence), которая составляет основу финансирования "Би-би-си", для этих целей использоваться не будет (источник — URL: **http://www.bbc.com/russian/uk/2015/09/150906_bbc_plans_hall_speech** (28.09.15)).

ФРАНЦИЯ. Франция тоже решила покинуть диапазоны средних и длинных волн. Для выполнения этого решения составлен график. Исходя из него, "Radio France" закроет в конце текущего года два средневолновых передатчика, транслирующих музыкальную программу "France Bleu" (частоты 864 и 1278 кГц).

Тогда же будут закрыты девять передатчиков, транслирующих информационно-новостную программу "France Info" на частотах 603, 711, 1206, 1242, 1377, 1404, 1494 и 1557 кГц. И в конце 2016 г. будет выключен мощный длинноволновый передатчик, транслирующий программу "France Inter" на частоте 162 кГц.

Финансисты уже подсчитали, что это решение сэкономит французскому правительству 13 миллионов евро в год.

ЮЖНАЯ КОРЕЯ. "Всемирное радио KBS" известило своих слушателей, в том числе и на русском языке, что с 1 октября начнётся замена антенны на передатчике, работающем на частоте 9645 кГц в направлении Европы. В период с 1 октября по 10 декабря трансляция будет вестись через другую ненаправленную антенну, в результате чего качество приёма ухудшится.

Хорошего приёма и 73!

Радиоприёмник PL-660 и его доработка. Часть 2

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Доработка тракта ДВ-СВ-КВ-AIR

При доработке радиоприёмника PL-660 я решил наладить приёмный тракт, начиная с его входа. Обусловлено это тем, что весь тракт ПЧ придётся налаживать с помощью косвенных измерений, для чего должны быть исправны остальные блоки приёмного тракта. Кроме этого, неполадки во входном узле приёмника ухудшают параметры приёмника настолько, что в суровой городской электромагнитной обстановке он может оказаться неработоспособным. Поэтому у неуверенного радиолюбителя после сложного налаживания тракта ПЧ может сложиться впечатление, что эта работа сделана зря или неправильно. Выручает в PL-660 то, что система АРУ работает довольно хорошо, в отличие от S-2000.

Концепция приёмника PL-660 соответствует работе от небольших антенн, и не стоит от него ожидать параметров стационарного приёмника. Схема входного антенного узла (***рис. 2.1 на 3-й с. обложки***) во многом схожа со схемами других приёмников семейства, но содержит и некоторые особенности. Красным крестом отмечены элементы, которые потребуют замены или удаления.

1. На разъёме для подключения внешней антенны присутствует постоянное напряжение, поступающее с коммутатора тракта УКВ.

2. Имеется диодный узел защиты входа, но он работает только для встроенной антенны. Получается это очень нелепо — мы подключаем антенну намного большего размера, и это совсем без защиты! Это — верный путь для повреждения очень чувствительного входного каскада.

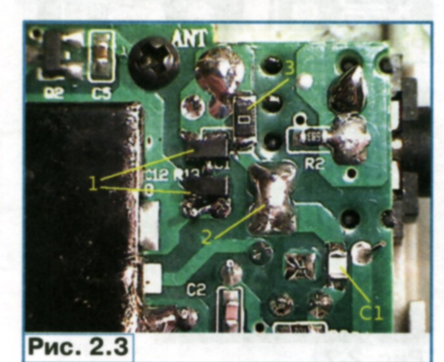


Рис. 2.3

3. Электронный аттенюатор на транзисторе Q2 при поступлении мощных сигналов (или помех) вызывает искажения, но ведь его задача — их исключить.

4. Транзисторы Q10 и Q11 в отключённом состоянии влияют на цепь питания диода D9 (AIR). Схема коммутации диапазонов слишком сложна, что никак не может обеспечивать для этого диода требуемый ток и одновременно надёжно закрывать диод D9 (SW).

5. Магнитная антенна имеет заниженную чувствительность из-за влияния большой ёмкости нагрузки и плотно прилегающего экрана.

6. Смеситель с повышенной входной ёмкостью (около 50 пФ) затрудняет согласование с антенным трактом во всём диапазоне частот.

На схеме доработанного антенного блока (***рис. 2.2 на 3-й с. обложки***) зелёным цветом указаны вновь введённые элементы, в их обозначении в конце присутствует буква "н" или изменённые номиналы. Крестом на линиях связи указаны разрезы печатных проводников на плате.

Узел защиты и внешняя антенна

Узел защиты на диодах D3 и D4 в заводском варианте предоставлен сам себе, без комбинации с ФНЧ, ФВЧ и цепи для стекания электростатических зарядов. Поэтому сильные электрические помехи и электростатика в комнатных условиях легко приоткрывают эти диоды и на полезном сигнале появится как минимум паразитная (перекрёстная) модуляция.

В PL-660 есть место, чтобы заменить диоды D3 и D4 (1N4148) двумя диодными сборками VD1н и VD2н (BAV99), которые выдерживают мощные наносекундные импульсы до нескольких ампер, а их ёмкость в четыре раза меньше (**рис. 2.3**).

Параллельно диодным сборкам 1 был установлен выводной резистор R1н (на место от удалённого диода D3) для отвода электростатики и подавления низкочастотных помех, поступающих из диапазонов НЧ и ДВ. Частота среза ФВЧ, образованного этим резистором и ёмкостью антенны (около 20 пФ), — 300 кГц. Конечно, было бы лучше установить эти диоды после переключаемого аттенюатора или даже ФНЧ, но там они не сочетаются с присутствующим постоянным напряжением.

Я решил проблему отсутствия защиты каскада на транзисторе Q10 тем, что установил перемычку 2 из припоя между размыкающимися контактами

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2015, № 10

разъёма для подключения внешней антенны. Конденсатор С1 перенесён в другое место, чтобы на внешней антенне больше не присутствовало постоянное напряжение от диодного переключателя диапазонов. На старое место конденсатора С1 установлена перемычка 3.

Проволочная антенна длиной до 5 м имеет небольшую ёмкость и мало снижает частоту среза указанного выше ФВЧ. Её можно напрямую подключить к доработанному приёмнику. Антенны с большей длиной я подключаю через изолированный провод, размещённый параллельно штыревой антенне. Если для внешней антенны требуется нагрузка 50 Ом, конец провода соединяется через резистор сопротивлением 51 Ом с общим проводом (землёй) антенной системы. Цель такой слабой ёмкостной связи вовсе не увеличение уровня сигналов в целом, а рост соотношения сигнал/шум за счёт того, что вне здания уровень полезного сигнала над помехами обычно больше.

Диодный переключатель УКВ-AIR-диапазонов

Сигналы диапазонов УКВ и AIR от антенны проходят через диод D2 и перестраиваемый полосовой фильтр на четырёх контурах. Телескопическая антенна в этих диапазонах имеет длину



Рис. 2.4



Рис. 2.5

λ/3...λ/5 и низкий импеданс (около 100 Ом), что могло бы обеспечить хорошее согласование с этим фильтром. Ток, протекающий через диод D2, зависит от напряжения питания блока УКВ (3,3 В) и элементов R6 (8,2 кОм), R41 (560 Ом), Q10 (сопротивление исток—сток 40 Ом), R40 (27 Ом) и составляет 0,27 мА. Дифференциальное сопротивление диода D2 при таком токе — около 140 Ом. Мало того что это приводит к ослаблению сигнала на 6...10 дБ, сильные сигналы меняют рабочую точку диода и модулируют все остальные сигналы по амплитуде (перекрёстная модуляция).

Чтобы увеличить ток, было уменьшено сопротивление резистора R6 до 1,2 кОм и последовательно с ним установлен дроссель L1н индуктивностью 1...4,7 мкГн, типоразмера 0805 (**рис. 2.4**). Выбор типа дросселя надо делать с учётом частоты его собственного резонанса, она в данном случае должна быть в диапазоне 100...140 МГц. Частота собственного резонанса обычно является справочным параметром и указывается в документации. В результате ток через диод D2 увеличился до 1 мА и его дифференциальное сопротивление уменьшилось до 40 Ом. Можно взамен диода 1SS135 установить p-i-n-диод BA479, что заметно уменьшит перекрёстную модуляцию внутри диапазона УКВ-AIR и снизит влияние мощных ТВ-сигналов.

В диапазоне КВ дополнительный диод VD3н BA277 (**рис. 2.5**) будет закрыт и не даст сигналу пройти к резистору R41, что улучшит приём на низкочастотных КВ-диапазонах, где важно сохранить высокий входной импеданс усилителя (несколько килоом). Если в наличии нет диода BA277, его можно заменить диодом 1N4148WS.

Чтобы при приёме на КВ на диоды VD3н и D2 было подано достаточное об

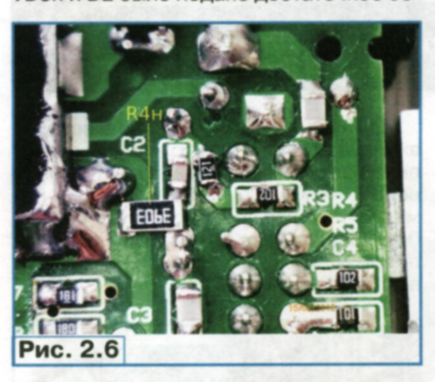


Рис. 2.6

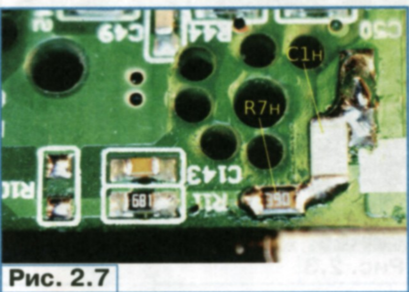


Рис. 2.7

ратное напряжение, параллельно им установлен резистивный делитель R4нR5н (**рис. 2.6** и **рис. 2.7**).

Входной ФНЧ усилителя КВ-диапазона

Высокий импеданс телескопической антенны требует применения в ФНЧ конденсаторов с малыми ёмкостями, и поэтому входная ёмкость транзистора Q10 в схеме с общим стоком (5...6 пФ) является определяющей. Она зависит от режима работы транзистора по постоянному току, поэтому начнём с его налаживания. Транзистор 2SK2394-Y6 имеет примерно такие же параметры, как 2SK2394-Y7, но при токе стока на 30 % меньше. После доработки на место транзистора Q10 можно установить транзисторы BF861C, BF862, что важно владельцам приёмника с повреждённым транзистором от доверчивого подключения большой внешней антенны.

Выводной резистор R6н устанавливают на место заводского дросселя L3 и тем устанавливают ток стока 3,8 мА (был 8,3 мА) и крутизну около 18 мА/В (была 30 мА/В). Дроссель L3н (типоразмер 0805) устанавливают на место резистора R40.

В заводском варианте цепь C1C45R39 пропускает на затвор транзистора Q10 электрические помехи, начиная с частоты 60 Гц! Поэтому заменяем резистор R39 дросселем L2н и ёмкость конденсатора C45 уменьшаем до 240 пФ (см. рис. 2.7). В итоге этот дроссель образует с антенной и другими ёмкостями ФВЧ и резонансный контур на частоту около 2 МГц, что обеспечивает спад АЧХ всего ФВЧ на частотах ниже 1,5 МГц. При отсутствии дросселя можно установить резистор 27 кОм и тем самым хотя бы устранить помехи с частотой менее 20 кГц.

Резистор R9 заменяют на другой с сопротивлением 2,2 кОм, чем увеличивают ток через диод D9 (SW) до 1 мА (дифференциальное сопротивление уменьшается до 40 Ом). Установка резистора R7н увеличивает импеданс усилителя для последующего ФНЧ до 120 Ом (**рис. 2.8**). При этом возрастёт линейность усилителя и коммутатора, и мы сможем предсказуемо доработать ФНЧ перед смесителем. Проволочная антенна длиной 5 м уже не вызовет перегрузку усилителя на транзисторе Q10.

Суммарная АЧХ заводского ФНЧ и УВЧ в режиме DX на затворе транзистора Q10 показана на **рис. 2.9** (кривая *а*). Сигнал от генератора поступает через эквивалент антенны — последо

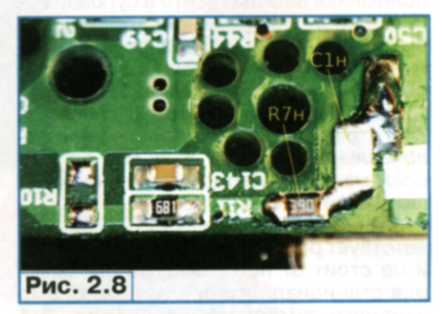
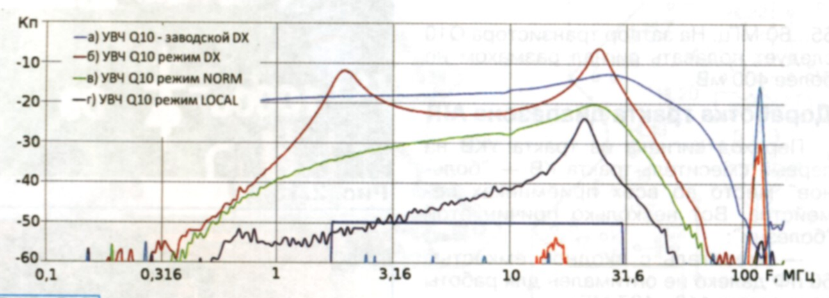
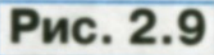


Рис. 2.8

вательно соединённые резистор сопротивлением 220 Ом и конденсатор ёмкостью 20 пФ. ФНЧ обеспечивает прохождение сигналов до частоты примерно 45 МГц. Подавление зеркального канала (111,5...141,5 МГц) — не менее 35 дБ. В сельской местности этого вполне достаточно. Для УВЧ относительно слабые сигналы диапазона AIR не представляют особую опасность, куда страшнее в городских условиях радиовещательные УКВ-станции. Но они подавлены всего лишь на 20...30 дБ.

Применение катушек индуктивности в фильтрах с высоким импедансом всегда требует внимательного учёта их паразитной ёмкости и собственного резонанса. В заводской схеме PL-660 выбор типа катушки L?? (4,7 мкГн параллельно резистору R38) сделан не совсем удачно, её собственная резонансная частота — 90 МГц (**рис. 2.10**, кривая *а*). За счёт ёмкости резистора R38 она смещается на 85 МГц. При подключении параллельно конденсатора ёмкостью 1 пФ резонанс смещается на частоту 53 МГц (**рис. 2.10**, кривая *б*). Поэтому на практике оказалось очень затруднительно настроить резонанс с этой катушкой на требуемой частоте, чтобы получить необходимое затухание в диапазоне 65...73 МГц.




Рис. 2.9

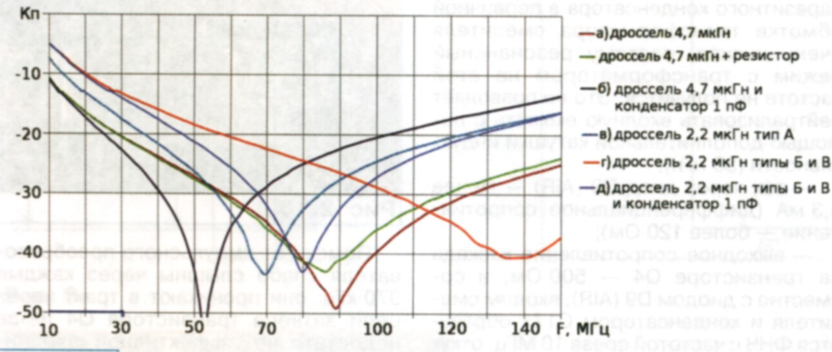


Рис. 2.10

Рис. 2.11

Применив дроссели индуктивностью 2,2 мкГн, можно надёжно получить все необходимые резонансы. На **рис. 2.11** показаны дроссели разного типа индуктивностью 2,2 мкГн. Их АЧХ показаны на рис. 2.10 (тип А — кривая *в*, типы Б и В — кривая *г* и типы Б и В параллельно с конденсатором ёмкостью 1 пФ — кривая *д*). По моим измерениям типы Б и В мало отличаются по параметру параллельного резонанса (140 МГц). У типа А присутствует "острый" резонанс на частоте 70 МГц, и его нецелесообразно применить в этом ФНЧ. Я использовал тип Б (как и в приёмнике S-2000).

В доработанном входном ФНЧ присутствуют несколько заграждающих резонансов на частотах 67, 80, 135 МГц, а в заводском — на частотах 93, 112, 90 МГц. На первый взгляд можно подумать, что в заводском варианте обеспечено хорошее подавление сигналов УКВ ЧМ-радиовещательных станций. Но для подавления резонанса на частоте 25 МГц пришлось к катушке индуктивности L?? добавить резистор R38 (1 кОм), поэтому резонанс на частоте 90 МГц оказался слабо выраженным. В результате заводская АЧХ (см. рис. 2.9, кривая *а*) "растягивается" до 50 МГц и подавление в диапазоне УКВ оказывается недостаточным.

Доработка входного ФНЧ

В доработанном ФНЧ суммарная индуктивность всех дросселей такая же, как в заводском варианте, но распределение резонансов стало более эффективным по всему диапазону заграждения. Новая катушка индуктивности L?? (подключена к конденсатору C45) эффективно подавляет зеркальный канал приёма за счёт собственного резонанса, так как сопротивление резистора R38 увеличено до 10 кОм. Это повысило добротность суммарной индуктивности и обеспечило более резкий спад АЧХ, начиная с частоты 35 МГц. В результате все сигналы с частотами более 60 МГц подавляются более чем на 36 дБ.

Замена конденсатора C3 на другой меньшей ёмкости (1 пФ) смещает резонанс контура L2C3 на частоту 80 МГц и увеличивает подавление сигналов на частоте 100 МГц (см. рис. 2.9, кривая *б*). Подавление сигналов диапазона AIR возросло на 12 дБ за счёт увеличения сопротивления резистора R38. Резистор R2н не только дополнительно защищает транзистор Q10 от мощных сигналов, но и обеспечивает дополнительное подавление сигналов сотовых телефонов, а также сглаживает резонанс на 23 МГц, это важно в режимах 0 дБ и –20 дБ.

Если мы в S-2000 стремились к одинаковой форме АЧХ в разных режимах аттенюатора, то в PL-660 это невозможно, так как импеданс аттенюатора сильно меняется. В режиме DX (см. рис. 2.9) реализуются крутой скат АЧХ и максимальная чувствительность приёмника с двумя пиками на частотах 2 и 24 МГц.

В режиме "NORMAL" (см. рис. 2.9) всё нормально и гладко — это стандартный режим для проволочной антенны длиной 3...10 м. Чувствительность на любительском диапазоне 80 м достаточная для живого шума эфира. При этом входной импеданс приёмника уменьшается с 2 до 1,3 кОм при изменении частоты от 2 до 30 МГц.

В режиме "LOCAL" (см. рис. 2.9) получается максимальное затухание и возникает резонансный выброс из-за малого импеданса аттенюатора, резистор R2н его ослабляет. Входное сопротивление приёмника практически чисто активное — 1,1 кОм во всём диапазоне, что облегчит подключение большой антенны на КВ.

При проведении измерений с аттенюатором оказалось, что корпус переключателя SA1 не заземлён! Это грубое упущение просто исправить. Это увеличит затухание на 6 дБ на частотах более 100 МГц.

На первый взгляд, ФНЧ между УВЧ и смесителем ничем не отличается от аналогичного в приёмнике S-2000 (и якобы полностью совпадает с DE-1103). Но при измерении АЧХ этого ФНЧ я ужаснулся — присутствует "острый" резонанс на частоте 18 МГц, в результате на частоте 30 МГц подавление достигает 12 дБ. Заниженная частота среза ФНЧ образуется за счёт большой входной ёмкости смесителя — около 50 пФ



Рис. 2.12

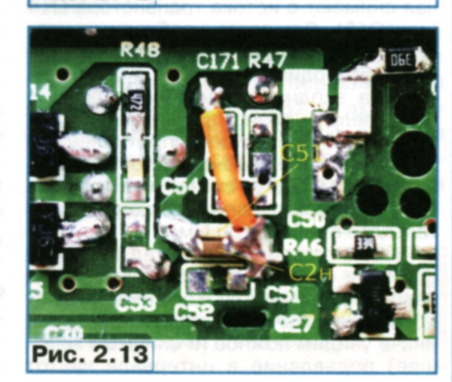


Рис. 2.13

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

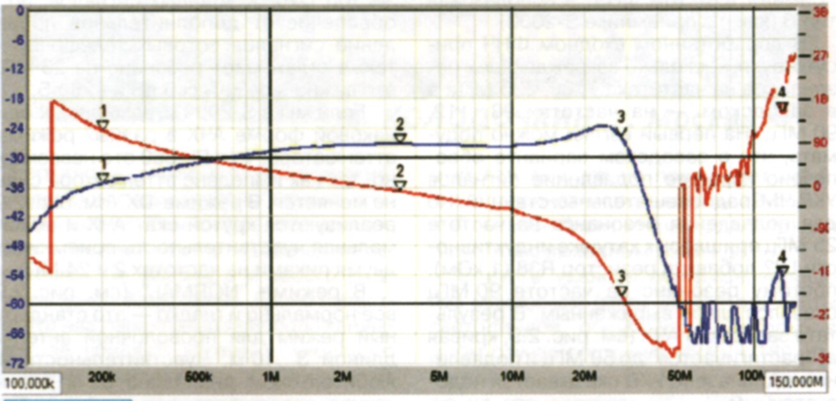


Рис. 2.14

(неудачное изготовление обмотки — применён провод с одним слоем лака), вместо 27 пФ в S-2000. По этой причине не получится переделать тракт до трансформатора на входе смесителя по примеру S-2000.

Для доработки устанавливают конденсатор С1н (см. рис. 2.8), учитывая посадочное место от снятого экрана, заменяют дроссель L8 другим, индуктивностью 0,82 мкГн (**рис. 2.12**). Взамен дросселя L9 временно устанавливают проволочную перемычку (позже устанавливают резистор R8н). Удаляют конденсаторы С51—С53 (**рис. 2.13**). Это позволит на верхней границе полосы пропускания (30 МГц) создать слабый резонанс и нейтрализовать входную ёмкость смесителя.

Эффект доработки двух входных ФНЧ показан на **рис. 2.14** — это АЧХ от антенны до смесителя в режиме "NORM", когда к затвору транзистора Q10 ещё был установлен резистор сопротивлением 27 кОм вместо дросселя. Затухание на частотах менее 1 МГц небольшое (сравниваем с рис. 2.9, кривые *б*, *в* и *г*). Зато на частоте 55 МГц затухание более 30 дБ (сравниваем с рис. 2.9, кривая *а*). К сожалению, шумовой фон измерительной установки не позволял показать высокое подавление более высоких частот. Пик (маркер 4 на рис. 2.14) также вызван паразитной связью коаксиальных кабелей и присутствует во всех замерах.

После этой доработки усиление в диапазоне AIR увеличилось на 6 дБ, так как ёмкость нагрузки для транзистора Q4 уменьшилась на 50 %.

Для правильного измерения АЧХ ФНЧ перед смесителем выходной сигнал снимают с истока транзистора Q14 (или Q15). Для этого необходимо удалить конденсаторы в цепи подачи сигнала гетеродина, иначе он сильно мешает, а входной сигнал подавляется. Параллельно резистору в цепи истока подключают резистор сопротивлением 220 Ом, и через резистор сопротивлением 39 Ом подают сигнал на ВЧ-кабель (50 Ом), подключённый на вход измерительного прибора (50 Ом).

Чтобы транзистор работал в режиме с общим стоком, надо соединить вход кварцевого фильтра короткой проволочной перемычкой с общим проводом, иначе увидим ложное (и слишком хорошее) подавление в интервале частот 55...60 МГц. На затвор транзистора Q10 следует подавать сигнал размахом не более 400 мВ.

Доработка тракта диапазона AIR

Переход сигнала из тракта УКВ на первый смеситель тракта КВ — "больное" место во всех приёмниках семейства. Вот несколько причин этой "болезни":

— смеситель с входной ёмкостью 50 пФ далеко не оптимален для работы на частотах 118...137 МГц;

— на частоте 120 МГц добротность паразитного конденсатора в первичной обмотке трансформатора смесителя очень низкая, поэтому резонансный режим с трансформатором на этой частоте не получится. Это не позволяет нейтрализовать входную ёмкость с помощью дополнительной катушки индуктивности (33 нГн);

— ток через диод D9 (AIR) — менее 0,3 мА (дифференциальное сопротивление — более 120 Ом);

— выходное сопротивление каскада на транзисторе Q4 — 500 Ом, и совместно с диодом D9 (AIR), входом смесителя и конденсатором С171 образуется ФНЧ с частотой среза 10 МГц, откуда в основном и получается затухание;

— конденсатор С171 совместно с входной ёмкостью смесителя создаёт делитель напряжения с затуханием более 12 дБ;

— длинный проводник на плате от дросселя L8 до диода D1 работает как антенна на КВ и к тому же проходит вплотную к входному ФНЧ! Поэтому в вечернее время приём в диапазоне AIR оживляется сигналами КВ-диапазона. Теперь стало понятно, почему диапазон AIR забит помехами и мёртвым шумом.

Поэтому предлагается существенная доработка:

1. Взамен временной перемычки на месте дросселя L9 устанавливают элемент R8н (выводной), на место удалённого конденсатора С51 устанавливают "бутерброд" из конденсатора С2н и резистора R8н (для поверхностного монтажа) (см. рис. 2.13). Эта цепь обеспечивает обратное смещение диодов в коммутаторе.

2. Удаляют элементы R47, С50 и С171.

3. Устанавливают перемычку из изолированного провода между диодом D9 (AIR) и элементами R8н, С51, С2н.

4. Удаляют резистор R10 (см. рис. 2.8).

5. Переносят диод D1 ближе к диоду D9 (SW), можно взамен диода BA277 применить диод 1N4148WS (**рис. 2.15**).

В результате доработки ток через коммутационные диоды стал нормальным: D9 (AIR) — 4 мА, D9 (SW) — 1,5...2 мА, D1 — 3...4 мА. Чувствительность в диапазоне AIR увеличилась на 20 дБ. В центре Москвы на балконе девятого этажа слышны все авиаслужбы без шума. "Живые" помехи из эфира стали слышны, зато ТВ-станции почти не "пробиваются".

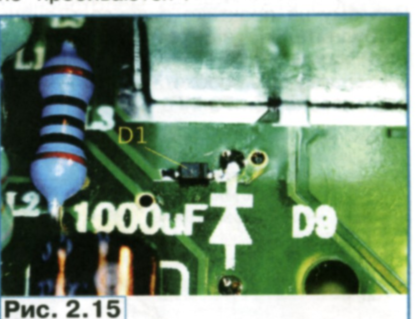


Рис. 2.15

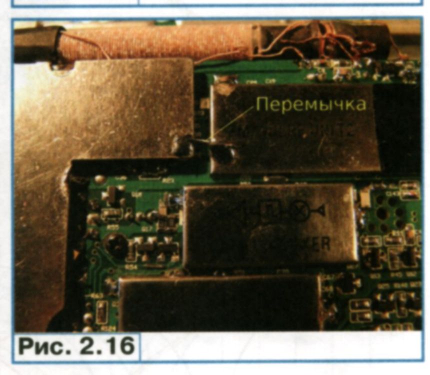


Рис. 2.16

Помехи от импульсного преобразователя слабо слышны через каждые 970 кГц, они проникают в тракт через цепи затвора транзистора Q4 из-за недостаточно эффективной экранировки. Установка проволочной перемычки между экранами УКВ-фильтра и над транзистором Q4 (**рис. 2.16**) подавляет эти помехи практически полностью.

Узел магнитной антенны

Индуктивность магнитной антенны WA2 — 1,3 мГн при паразитной ёмкости 7,5 пФ. Собственная резонансная частота антенны — 1,6 МГц, добротность — около 40, и это уже с экраном над "холодной" половиной катушки. Транзисторы Q2 и Q3 добавляют ещё 2 и 4 пФ, и резонанс антенны смещается на 1,2 МГц. При размахе сигнала 500 мВ на затворе транзистора Q3 начинается ограничение сигнала, поэтому можно считать усилитель на этом транзисторе линейным до 400 мВ. Это вполне удовлетворительно и намного лучше, чем у заводского S-2000 (50 мВ).

Под действием ООС через обмотку связи (выводы 3 и 4) в цепи стока транзистора Q3 резонанс существенно ослабляется, и в результате добротность антенны падает до 2,4, а полоса пропускания расширяется до 500 кГц (по уровню –3 дБ).

Есть ещё одна резонансная цепь в заводской схеме — это нагрузка транзистора Q3 (дроссель L?? = 1 мГн, конденсатор C7 = 390 пФ) вместе с трансформатором смесителя (1 мГн, 50 пФ) и ФНЧ (150 пФ). В результате получается резонансный контур на частоте 390 кГц с добротностью 2,4. Этот контур ослабляет сигналы на частотах 1, 1,3 и 1,6 МГц на 14, 17 и 23 дБ соответственно. Этот выброс АЧХ остаётся во всех режимах аттенюатора, так как транзистор Q2 не влияет на этот контур.

Рис. 2.17

Аттенюатор на транзисторе Q2 нагружает магнитную антенну, и можно было бы подумать, что за счёт этого уменьшается амплитуда сигнала. Но внимательный пользователь приёмника, наверное, уже заметил, что на ДВ и СВ с аттенюатором не всё хорошо, в отличие от других диапазонов.

Виноват во многом транзистор Q2, который работает в резистивном режиме. Подобными техническими решениями TECSUN упорно портит свои приёмники. В режиме аттенюатора "DX" этот транзистор не задействован, приём нормальный, пока размах сигналов не превышает 400 мВ. Заводская АЧХ (от антенны до смесителя, причём ФНЧ уже доработан и низкочастотный резонанс уже 500 кГц) показана на **рис. 2.17** (диапазон 50...1950 кГц).

Как известно, в резистивном режиме биполярный транзистор работает линейно при сигнале до 10...50 мВ. Противоречие здесь в том, что мы пользуемся аттенюатором, когда поступают мощные сигналы.

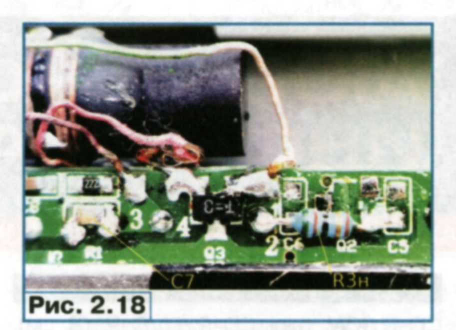


Рис. 2.18

В режиме аттенюатора "NORMAL" в базу транзистора Q2 поступает ток, переводя транзистор в резистивный режим. На частоте 1,2 МГц получается затухание 24 дБ, т. е. транзистор имеет сопротивление около 1 кОм (причём оно сильно зависит от температуры). К сожалению, антенна имеет импеданс 22 кОм только на этой частоте, и он стремительно уменьшается за пределами резонанса. В результате ослабление сигнала происходит в верхней части диапазона СВ, а на частотах менее 500 кГц практически ничего не изменяется.

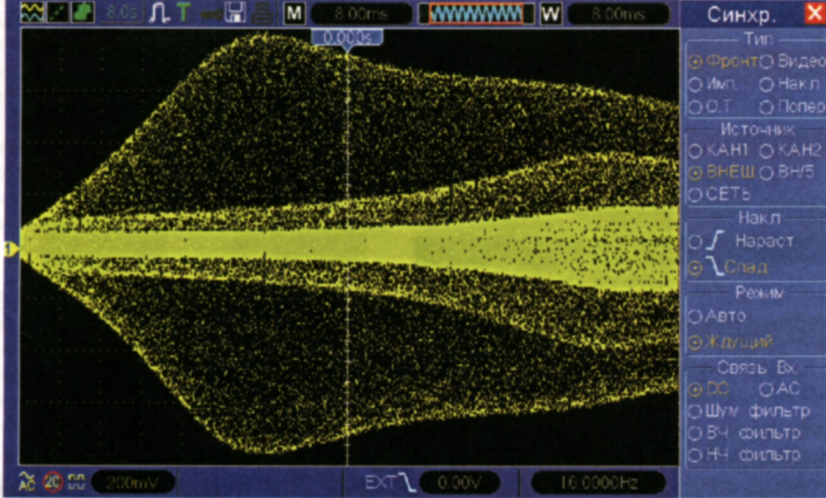


Рис. 2.19

При переключении в режим "LOCAL" сопротивление транзистора Q2 уменьшается до 200 Ом и ослабление сигнала происходит во всём диапазоне на 20 дБ (по сравнению с режимом "NORMAL"). Но выброс в АЧХ на 10 дБ на частоте 390 кГц остаётся. Отметим, что в приёмнике S-2000 таких проблем не было. Все указанные недостатки устраняют следующим образом (**рис. 2.18**).

Аттенюатор на транзисторе Q2 с сопутствующими элементами удаляют, а с помощью переключателя SA1.2 изменяют нагрузку для транзистора Q3. Резистор R3н (выводной) устанавливают на место удалённого транзистора Q2 (рис. 2.18). За счёт изменения нагрузки изменяется ещё и условие работы ООС. В результате в режимах "NORMAL" и "LOCAL" устраняются все резонансы. К тому же максимально допустимый размах сигнала или помех на затворе транзистора Q3 будет 400 мВ в любом режиме аттенюатора. Ёмкость конденсатора C7 оказалась завышенной в два раза, поэтому он заменён другим, ёмкостью 150 пФ. Новые АЧХ в диапазоне 100...1700 кГц (100 кГц/дел) для всех трёх режимов показаны на **рис. 2.19**.

При проверке приёмника оказалось, что импульсные помехи внутри здания могут иметь значительную амплитуду, и раньше они нередко вызывали открывание перехода коллектор—база транзистора Q2 даже в режиме "DX". У классических приёмников ДВ и СВ с перестраиваемыми резонансными контурами на входе ситуация намного проще, они от импульсных помех "видят" только мизерную часть спектра и энергии, и поэтому входной усилитель не подвергается таким мощным пиковым помехам. В доработанном варианте приём на ДВ и СВ стал очень приятным, но уступает доработанному S-2000.

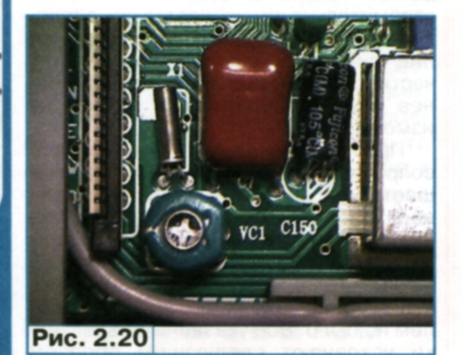
Налаживание системы ФАПЧ

Радиоприёмник PL-660 не исключение в семействе и также имеет "правильную" для приёма на частоте 15 МГц настройку ФАПЧ, при которой частота первого гетеродина — 70845 кГц, что на 1 кГц выше расчётного значения для ФАПЧ. Причины такого подхода мы выявили при обсуждении S-2000. Но в PL-660 нет этих жёстких обстоятельств, но всё равно и в нём "искривлена" ФАПЧ.

Рядом с микросхемой ФАПЧ (LC72137) найдём кварцевый резонатор и подстроечный конденсатор VC1 (**рис. 2.20**). На плате даже оставлено свободное место для дополнительного конденсатора, чтобы "тянуть" кварц

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

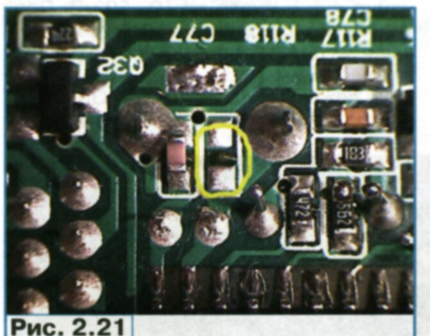
вниз по частоте (**рис. 2.21**). Но для упрощения налаживания установлен подстроечный конденсатор с максимальной ёмкостью 30 пФ, а дополнительного конденсатора нет. ТКЕ подстроечного конденсатора в этом случае


Рис. 2.20

в полной мере отражается на стабильности частоты первого гетеродина, к тому же неудобно "ловить" точную настройку. Для переносного приёмника это плохое решение. Кто намерен эксплуатировать приёмник PL-660 на природе, должен заменить подстроечный конденсатор зелёного цвета на другой, с меньшей максимальной ёмкостью 7 (синий) или 10 пФ (белый), и установить дополнительный конденсатор (типоразмер 0805, ТКЕ не хуже NP0) 6,8...15 пФ.

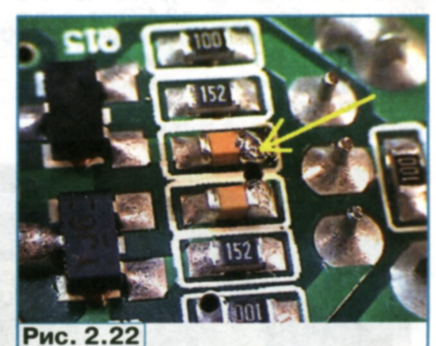
Для контроля частоты первого гетеродина частотомер подключают к истоку одного из транзисторов смесителя (**рис. 2.22**) через резистор 33...68 Ом.

Устанавливают точную частоту кварцевого генератора подстроечным кон-


Рис. 2.21

денсатором при настройке приёмника на частоту 100 кГц (диапазон ДВ). Частота первого гетеродина должна быть 55944 кГц. При настройке приёмника на частоту 29999 кГц частота гетеродина должна быть 85844 кГц. В результате этой операции первая ПЧ сместилась на 1 кГц вниз на правильные расчётные значения 55844/55845 кГц. Но это может привести к тому, что пока приём может стать даже хуже, но мы потерпим, ведь настоящее лечение бывает болезненным.

После приведения входного тракта в норму мы теперь со слезами обнаружим полный размер трагедии с избирательностью в PL-660. Этим он бесславно отличается от всех приёмников семейства и занимает заслуженное место


Рис. 2.22

в категории "мыльницы до 100 рублей". Следующий раздел опишет доработку, которой мы превратим заводское недоразумение в серьёзного конкурента, даже для доработанного S-2000.

***От редакции**. Упомянутые в статье и некоторые другие материалы о приёмнике PL-660 находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/PL660-2.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Продолжение следует)

Дистанционное измерение электрического сопротивления

Л. ЕЛИЗАРОВ, г. Макеевка, Украина

Автор предлагает способ измерения сопротивления переменного резистора, терморезистора или датчика любой физической величины, выходной параметр которого — электрическое сопротивление. Расстояние между объектом измерения и прибором может достигать нескольких сотен метров, а для их соединения достаточно всего двух проводов.

Иногда возникает необходимость измерять электрическое сопротивление объекта, находящегося на значительном удалении. Например, если насадить на ось переменного резистора шкив и перебросить через него тросик с закреплённым на одном конце поплавком, а на другом — грузом, можно определять уровень воды в баке или в водоёме. Аналогично можно контролировать степень открытия окон, воздушных заслонок, дверей.

Рис. 1

Рис. 2

Для дистанционного измерения сопротивления существуют многочисленные промышленные приборы. Но в ряде случаев их применение оказывается слишком дорогим, и, самое главное, они не имеют антивандальной защиты, а контролируемые объекты зачастую расположены в местах, редко посещаемых обслуживающим персоналом. Хотелось бы подключить маленький и дешёвый датчик к паре проводов, идущих к находящемуся за один-два километра устройству измерения. Схемы подключения, требующие большего числа проводов, не рассматриваются, потому что в действующих кабелях связи и управления свободные провода всегда в дефиците. Да и распространённая четырёхпроводная схема измерения сопротивления на таких протяжённых линиях связи по ряду причин не даёт нужной точности.

Я предлагаю способ дистанционного измерения сопротивления, требующий всего двухпроводную линию связи, причём сопротивление проводов не вносит погрешности в результат измерения.

Принцип измерения иллюстрирует **рис. 1**, где R_x — измеряемое сопротивление; $R_п$ — сопротивление проводов линии связи; GI1 — источник тока. Когда переключатель SA1 находится в верхнем по схеме положении, ток источника течёт через линию связи, диод VD1 и измеряемое сопротивление. Вольтметр PV1 показывает напряжение $U_1=U_{VD1}+I\cdot(R_п+R_x)$, где U_{VD1} — прямое падение напряжения на диоде VD1. После перевода переключателя SA1 в нижнее положение ток потечёт через линию связи и диод VD2, а вольтметр PV1 покажет напряжение $U_2=U_{VD2}+I\cdot R_п$, где U_{VD2} — прямое падение напряжения на диоде VD2. Если диоды VD1 и VD2 идентичны, то $U_{VD1}=U_{VD2}$ и $R_x=(U_1-U_2)/I$.

На **рис. 2** представлена схема реализации этого способа измерения. На транзисторе VT1 собран стабилизатор тока. На микросхеме DD1 — мультивибратор, управляющий работой коммутатора на электронных ключах DD2 и DD3. Во время присутствия на выводе 10 DD1 напряжения высокого логического уровня ток от стабилизатора пройдёт через замкнутый ключ DD2.1, первый провод соединительной линии, диод VD1, измеряемое сопротивление R_x, второй провод соединительной линии и замкнутый ключ DD2.4 на общий провод. Падение напряжения на этой цепи будет приложено через замкнутый ключ DD3.1 к конденсатору C6 и зарядит его до напряжения U_1.

В следующем полупериоде колебаний мультивибратора ток пройдёт через замкнутый ключ DD2.3, второй провод соединительной линии, диод VD2, первый провод соединительной линии и замкнутый ключ DD2.2 на общий провод. Падение напряжения на этой цепи через замкнутый ключ DD3.2 зарядит конденсатор C7 до напряжения U_2. Цепи R4C5VD3 и R5C4VD4 задерживают моменты замыкания ключей DD3.1 и DD3.2 на время, необходимое для затухания переходных процессов в линии связи.

Высокоомный вольтметр PV1 измеряет пропорциональную R_x разность напряжений на конденсаторах. Если установить выходной ток стабилизатора равным 1 мА, то показания вольтметра в вольтах будут численно равны измеряемому сопротивлению в килоомах.

В реальных условиях линия связи может проходить по телефонным и сигнальным кабелям с разными электрическими параметрами. Амплитуда переходных процессов в них может достигать 3 В (реально измеренное значение). Эти процессы особенно заметны, если измеряемое сопротивление имеет значительную индуктивную составляющую. Например, если это катушка реле, используемая в качестве датчика температуры. В отдельных случаях переходные процессы бывают довольно продолжительными. Чтобы устранить их влияние, приходится увеличивать период колебаний мультивибратора и постоянные времени цепей задержки.

Рис. 3

В качестве линии связи рекомендуется выбирать витую пару проводов с минимальной утечкой тока. Её не должно быть не только между проводами пары, но и между ними и другими проводами используемого кабеля. Если учесть, что в момент посылки абоненту вызова напряжение в телефонной линии превышает 120 В, то понятно, что даже небольшая утечка может создать сильную

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2015

помеху и даже повредить устройство измерения сопротивления.

Налаживание измерителя в основном сводится к регулировке стабилизатора тока. Для этого разорвите в помеченном на схеме крестом месте провод, соединяющий стабилизатор тока с электронными ключами, а между точками А и Б включите миллиамперметр. Установите необходимый ток (например, 1 мА) подборкой резистора R3. Если этого не сделать, то можно случайно превысить ток, допустимый для ключей микросхемы К561КТ3. Микросхема после перегрузки может даже продолжать работать, но результаты измерений станут странными. Затем, восстановив соединение стабилизатора тока с ключами, присоедините к устройству в качестве R_x резистор точно известного сопротивления и окончательно подберите резистор R3 по показаниям вольтметра PV1.

Теперь о составляющих погрешности рассматриваемого метода. Первая — разное падение напряжения на диодах VD1 и VD2. Эта составляющая погрешности явно заметна при измерении сопротивления 200 Ом и растёт с его уменьшением. Чтобы понизить её, нужно подбирать диоды с одинаковым падением напряжения при заданном токе измерения и стараться обеспечивать им одинаковые температурные условия.

Вторая составляющая погрешности связана с низким качеством стабилизации тока. Она проявляется при больших значениях измеряемого сопротивления. Для её уменьшения следует выбирать в качестве VT1 полевой транзистор с возможно меньшим пороговым напряжением и возможно большей крутизной характеристики. Если требуется повышенная точность измерения, то следует применить стабилизатор тока на операционном усилителе.

Третья составляющая погрешности связана с разбросом сопротивления замкнутых ключей микросхемы К561КТ3, который может достигать ±5 Ом. Если нужно убрать эту погрешность, замкните между собой выводы диода VD2 и обратите внимание на показания вольтметра PV1. Если он показывает положительное напряжение, то включите выравнивающий резистор последовательно с ключом DD2.2 или DD2.3 и подберите его так, чтобы показания стали нулевыми. Если вольтметр показывает отрицательное значение, то выравнивающий резистор нужно включить последовательно с ключом DD2.1 или DD2.4.

На **рис. 3** приведена схема реализации рассматриваемого способа дистанционного измерения сопротивления с помощью микроконтроллера, который может быть любым, имеющим встроенный АЦП. В отличие от схемы на рис. 2, для упрощения коммутации здесь использованы два стабилизатора тока, которые должны быть идентичными. AN0 — вход АЦП не показанного на схеме микроконтроллера (это может быть, например, PIC16F873A), RA1 и RA2 — его линии дискретного ввода/вывода общего назначения. Микроконтроллер питается напряжением 5 В.

В первом такте измерения программа микроконтроллера конфигурирует линию RA2 как выход, а линию RA1 как вход с большим входным сопротивлением. На выходе RA2 она устанавливает низкий логический уровень. В результате ток стабилизатора на транзисторе VT1 течёт по линии связи через диод VD1 и измеряемое сопротивление R_x, а затем втекает в общий провод через низкоомный выход RA2. После паузы, необходимой для завершения переходных процессов, АЦП микроконтроллера измеряет напряжение U_1.

Во втором такте функции линий RA1 и RA2 взаимно меняются. В результате ток стабилизатора на транзисторе VT2 течёт по линии связи через диод VD2 и уходит в общий провод через низкоомный выход RA1. АЦП измеряет напряжение U_2. Затем программа находит разность $U_1–U_2$, по ней вычисляет R_x, после чего процесс повторяется.

Ток одного из стабилизаторов (например, на транзисторе VT1) устанавливают подборкой резистора R1 по описанной ранее методике. Затем в разрыв любого провода линии связи включают последовательно переменный резистор на 1 кОм, а в качестве R_x подключают резистор известного сопротивления. Подборкой резистора R2 добиваются минимального влияния переменного резистора (во всём интервале изменения его сопротивления) на результат измерения. Стабилитроны VD3, VD4 защищают входы микроконтроллера при обрыве в измерительной цепи. Диоды VD5, VD6 развязывают цепи измерения напряжения U_1 и U_2.

Нижний предел измеряемого сопротивления в обоих рассмотренных случаях практически нулевой. Верхний предел для устройства, собранного по схеме, изображённой на **рис. 2**, при токе 1 мА — около 7 кОм. При дальнейшем увеличении измеряемого сопротивления в результате нарушения стабилизации тока резко растёт погрешность. Для схемы, изображённой на рис. 3, максимальное падение напряжения на сопротивлении R_x равно допустимому входному напряжению АЦП (5 В). Поэтому при токе 1 мА можно измерять сопротивление не более 5 кОм.

Следует заметить, что рассмотренный способ позволяет измерять разность двух сопротивлений, одно из которых включено последовательно с диодом VD1, а второе — с диодом VD2. Это удобно, например, при использовании в качестве датчика температуры терморезистора, сопротивление которого при температуре 0 °С не равно нулю. Если включить терморезистор в качестве R_x (последовательно с диодом VD1), а последовательно с диодом VD2 включить компенсирующий резистор, сопротивление которого равно сопротивлению терморезистора при нулевой температуре, то показания прибора будут положительными при температуре выше нуля и отрицательными, если она ниже нуля.

В практически реализованном устройстве измеряемое сопротивление и диоды VD1, VD2 были расположены на расстоянии около 700 м от измерителя. Для их соединения использовалась свободная витая пара проводов телефонного кабеля. Показания прибора были неустойчивы до тех пор, пока не была введена задержка измерения на время переходных процессов. Практика показала, что если нет острой необходимости в высокой скорости измерения, то частоту коммутации измерительного тока лучше делать пониже. ■

Для сверления отверстий в печатных платах радиолюбители чаще всего используют микродрели, представляющие собой снабжённый кнопочным выключателем миниатюрный электродвигатель с закреплённым тем или иным способом на его валу сверлом. Однако механический выключатель довольно быстро выходит из строя, да и рывок при пуске двигателя мешает нормальной работе. Для устранения этих недостатков разработан простой сенсорный выключатель, схема которого представлена на **рис. 1**.

Работает он следующим образом. При подаче питания транзистор VT1 закрыт, электродвигатель постоянного тока M1 обесточен. Прикасание пальцем к сенсорным контактам E1 и E2 приводит к тому, что на затвор транзистора через резистор R3 и сопротивление кожи пальца подаётся напряжение с параметрического стабилизатора, выполненного на стабилитроне VD1 и резисторе R1. Благодаря конденсатору C1 оно нарастает довольно медленно, и двигатель запускается более плавно, чем при подаче напряжения через контакты кнопки. При размыкании сенсорных контактов конденсатор разряжается через резисторы R2 и R3 и транзистор VT1 закрывается, обесточивая двигатель. Устройство начинает работать при напряжении питания около 6 В.

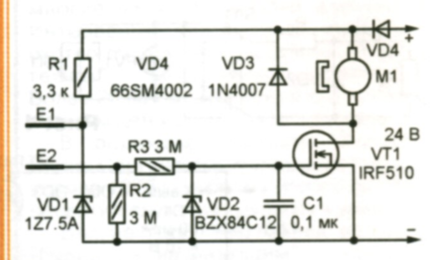


Рис. 1

Стабилитрон VD2 защищает транзистор от пробоя статическим электричеством, диод VD3 — от пробоя противоЭДС, возникающей при выключении электродвигателя, а VD4 защищает устройство от напряжения питания неправильной полярности.

Выбор деталей зависит от мощности и рабочего напряжения электродвигателя. Автор использовал двигатель на напряжение 27 В при токе до 1,5 А (его тип, к сожалению, установить не удалось). Стабилитроны применены импортные: VD2 с напряжением стабилизации 10...15 В, а VD1 — примерно 7 В. Особо нужно остановиться на выборе последнего: дело в том, что полевые транзисторы разных типов имеют разные значения порогового напряжения и крутизны характеристики. Так, для указанного на схеме транзистора IRF510 нужен стабилитрон с напряжением стабилизации около 7 В, а для других может быть достаточно, если оно будет равно и 5 В. Если напряжение стабилизации слишком велико, двигатель будет запускаться рывком, а если мало, транзистор может открываться не полностью и труднее будет запускаться двигатель. Также придётся сильнее нажимать на сенсорные плас-

Сенсорный выключатель и держатель свёрл для микродрели

Е. ГЕРАСИМОВ, ст. Выселки Краснодарского края

тины (для уменьшения переходного сопротивления палец—сенсорный контакт). Поэтому приходится идти на компромисс между плавностью запуска двигателя и чувствительностью сенсора. Двигатель лучше применить на напряжение 18...27 В.

Выключатель смонтирован на небольшой печатной плате (**рис. 2**) из фольгированного стеклотекстолита, которую удалось разместить прямо на выводах двигателя (**рис. 3**). Все детали, кроме диода VD3, установлены на стороне печатных проводников, диод VD3 — на противоположной стороне платы. Транзистор IRF510 перед монтажом слегка доработан — его корпус опилен так, что стал похожим на D2PAK. В качестве сенсорных контактов использованы пластинки размерами 6×16 мм, вырезанные из трубки от сломанной телескопической антенны. Они приклеены к корпусу двигателя (**рис. 4**) двухсторонней липкой лентой. Поверх них намотана полоса прозрачного скотча, в которой вырезан участок над сенсорными пластинами. Для питания микродрели можно использовать лабораторный блок питания, главное условие — для безопасности работы он должен быть гальванически развязан от сети.

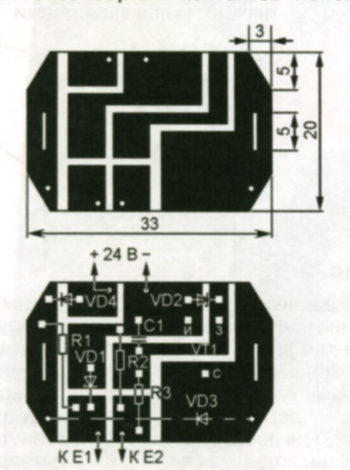


Рис. 2

Другая проблема, возникающая при изготовлении микродрели, — как закрепить сверло на валу двигателя? Способов придумано немало — начиная от наборов цанг и заканчивая впаиванием сверла в осевое отверстие, просверленное в валу двигателя. Но проблема по-прежнему остаётся актуальной.

Весьма удобен способ крепления сменных насадок в электрической отвёртке. Изготовить аналогичный "патрон" для микродрели совсем нетрудно. При таком креплении замена свёрл занимает буквально секунды и не наблюдается их проворачивания в держателе. Понадобятся резьбовые шестигранные втулки, которыми крепили разъёмы COM-портов на системных платах ПК (рис. 4), и тонкостенная трубка из стали или латуни немного большего диаметра. Я использовал латунную трубку с наружным диаметром 6 мм и толщиной стенки 0,5 мм.



Рис. 3

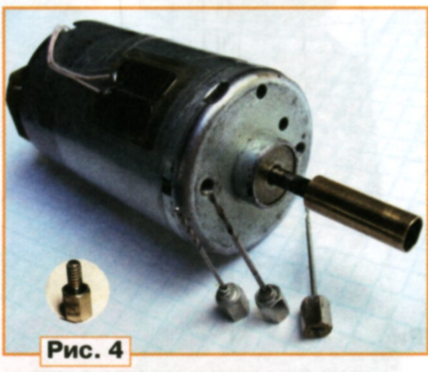


Рис. 4

От трубки отрезают кусок длиной примерно 20 мм. В один из его торцов запрессовывают втулку так, чтобы на трубке стали немного видны грани (сделать это лучше всего в тисках), после чего её извлекают. Запрессовывать втулку следует очень аккуратно — оси втулки и трубки должны точно совпадать, в противном случае возможно сильное "биение" сверла. Если извлечь втулку не удаётся, можно слегка обжать трубку в тисках для придания ей шестигранной формы, однако делать это также следует аккуратно, иначе соединение потеряет упругость и свёрла будут вываливаться из держателя (втулки должны вставляться в него с небольшим усилием).

Полученную таким образом трубку-держатель закрепляют на валу двигателя любым способом, обеспечивающим минимальную несоосность её относительно вала. Например, можно намотать на вал лужёную проволоку подходящего диаметра, затем с усилием надеть на эту обмотку трубку и хорошо пропаять соединение.

Аналогично закрепляют на свёрлах шестигранные втулки, предварительно отрезав их часть с наружной резьбой. Для лучшего сцепления с припоем на хвостовике сверла крупнозернистой наждачной бумагой или корундовым бруском делают насечки. Затем наматывают на хвостовик медную проволоку подходящего диаметра так, чтобы он плотно вставлялся в отверстие втулки. После этого ставят втулку со сверлом вертикально и хорошо пропаивают — припой должен заполнить все пустоты. В качестве флюса следует использовать паяльную кислоту.

Заключительный этап — центровка сверла во втулке. Вставив её в держатель, устанавливают двигатель вертикально и расплавляют паяльником припой так, чтобы сверло начало шататься. Затем включают двигатель на малой частоте вращения и слегка фиксируют кончик сверла так, чтобы биения стали минимальными. Через одну-две секунды припой застывает, и сверло оказывается прочно зафиксированным во втулке. Если трубка-держатель закреплена на валу двигателя пайкой, делать центровку сверла необходимо быстро, поскольку при сильном и продолжительном нагреве может нарушиться соединение держателя с валом. ■

Изготовление тороидальных катушек

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Радиолюбители довольно широко применяют в своих конструкциях катушки индуктивности с тороидальными (кольцевыми) магнитопроводами. По сравнению с катушками с магнитопроводами других типов такие катушки имеют ряд преимуществ — высокую добротность, отсутствие внешних полей рассеяния, невосприимчивость к внешним магнитным полям и т. д.

Однако намотка катушек на тороидальных магнитопроводах сопряжена с известными трудностями, особенно при большом числе витков. Радиолюбители при намотке таких катушек обычно используют самодельные плоские шпули или челноки. Для облегчения изготовления катушек, содержащих большое число витков, иногда кольцевой магнитопровод (обычно он ферритовый) аккуратно разламывают на две части, наматывают на каждой из них половинное число витков, после чего половинки магнитопровода склеивают, а полуобмотки соединяют согласно-последовательно (т. е. конец одной с началом другой). Такому способу свойственны существенные недостатки: из-за механических воздействий значительно снижается начальная магнитная проницаемость материала магнитопровода, наличие немагнитных зазоров в местах склеивания уменьшает магнитную проницаемость — в результате эффективная магнитная проницаемость магнитопровода снижается на порядок, а то и более. Для получения требуемой индуктивности катушки приходится пропорционально увеличивать число её витков, в результате чего возрастает активное сопротивление обмотки и снижается её добротность. Из-за неравномерности распределения витков катушки по магнитопроводу магнитное поле уже не локализуется внутри катушки, дополнительное выпячивание магнитного поля из магнитопровода происходит в местах склеивания — увеличиваются внешние поля рассеяния, катушка требует экранирования.

Предлагаемый способ позволяет изготавливать катушки индуктивности на тороидальных (кольцевых) магнитопроводах с наружным диаметром 10 мм и менее, индуктивностью до нескольких генри с малыми трудовыми затратами. Этим способом можно изготавливать катушки с максимально достижимыми значениями индуктивности и добротности, полностью заполняя обмоткой окно магнитопровода.

Такого результата можно достичь, если катушку намотать высокочастотным обмоточным проводом (устаревшее название — литцендрат), представляющим собой жгут (пучок) изолированных одна от другой и скрученных вместе проволок диаметром 0,03—0,1 мм с наружной волокнистой шёлковой однослойной (марка ЛЭШО) или лавсановой (марка ЛЭЛО) изоляцией (если наружная изоляция состоит из двух слоёв — соответственно ЛЭШД или ЛЭЛД). Проволок в пучке может быть от трёх до нескольких сотен, но для поставленной цели наиболее пригодны провода с числом проволок 7—10 диаметром 0,05 или 0,07 мм, например, ЛЭШО или ЛЭЛО 10×0,05; 7×0,07; 10×0,07.

Суть способа заключается в том, что катушку наматывают сравнительно толстым проводом-жгутом, а затем составляющие его тонкие изолированные провода соединяют между собой согласно-последовательно, в результате чего требуемое число витков уменьшается в равное числу проводов раз. Технологический процесс состоит из трёх выполняемых последовательно операций: подготовки магнитопровода, собственно намотки и соединения проводов.

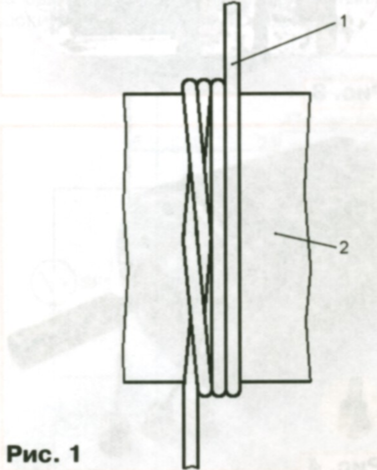


Рис. 1

Подготовка магнитопровода заключается в тщательном скруглении острых кромок мелкозернистой наждачной бумагой во избежание повреждения изоляции тонкого обмоточного провода. После этого магнитопровод с небольшим натягом обматывают фторопластовой лентой. Такая лента под названием ФУМ (фторопластовый уплотнительный материал) продаётся в хозяйственных магазинах. Её необходимо распустить на полоски шириной 4...5 мм и обмотать такой полоской магнитопровод в один слой. Этим достигаются две цели: исключаются межвитковые замыкания обмотки катушки через магнитопровод и снижается трение провода о него при намотке. При работе с ферритовыми магнитопроводами следует избегать непосредственных ударов по ним и их падений на жёсткие предметы, так как при этом может произойти значительное необратимое изменение начальной магнитной проницаемости материала.

Далее определяют необходимую длину многожильного провода для обмотки. Если известно число витков катушки, то рассчитывают число витков провода, разделив первое из этих чисел на число проволок в проводе. Умножив число витков на среднюю длину витка, получаем необходимую длину провода. Среднюю длину витка l я рассчитываю по эмпирической формуле $l = D + 3h$, где D — наружный диаметр магнитопровода; h — его высота. Для ферритового кольца типоразмера К10×6×5 (от дросселя ЭПРА КЛЛ) l = 25 мм. Для катушки, состоящей из 150 витков (коэффициент заполнения окна менее 0,5), потребуется примерно 25×150 = 3750 мм ≈ 3,8 м провода ЛЭШО 7×0,07. Это позволит получить катушку, содержащую 900... 1000 витков провода диаметром 0,07 мм, индуктивностью свыше 1 Гн.

Далее, продев провод через магнитопровод и поместив последний примерно посередине провода, привязываю его одинарным узлом так, чтобы место перекрещивания провода 1 располагалось на наружной цилиндрической поверхности кольца 2 (**рис. 1**). Концы провода на длине примерно 50 мм и узел промазываю нитроклеем. Минут через пять, после высыхания клея, начинаю наматывать катушку, плотно укладывая витки по

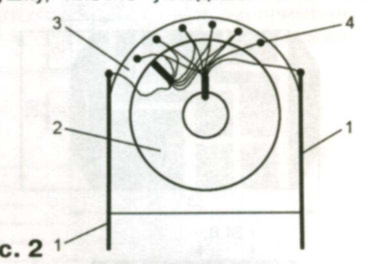


Рис. 2

внутреннему диаметру кольца. Во избежание расползания витков через каждые два-три витка узел "повторяю", пропуская конец провода внутрь витка. Пройдя первый слой и закрепив конец провода узлом, деревянной зубочисткой устраняю бочкообразность обмотки внутри кольца, поджимая провод к магнитопроводу. Следующий слой наматываю вторым концом провода с небольшим натягом так, чтобы не оборвать проволоки. Жёсткие, пропитанные клеем концы провода облегчают заведение его внутрь кольца. Так, чередуя намотку одним и другим концами провода, заполняю окно, равномерно распределяя обмотку по кольцу. После намотки катушки изготавливаю каркас.

Для этого в пластине из листового полистирола или другого термопластичного материала толщиной 3...4 мм сверлю отверстие диаметром на 2...3 мм меньше диаметра получившейся катушки. Затем в него ввожу стержень разогретого паяльника мощностью 40...65 Вт и его очищенной от окалины боковой поверхностью разогреваю стенки отверстия. Разогрев веду, непрерывно перемещая стержень паяльника по цилиндрической поверхности отверстия. Оно при этом как бы "развальцовывается", его диаметр увеличивается и на его кромках появляются кольцевые буртики. Развальцевав отверстие до необходимого диаметра, вставляю в него катушку, и пока заготовка не остыла, пинцетом аккуратно обжимаю буртики вокруг катушки. В

РАДИО® РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2015

результате после остывания заготовки она оказывается надёжно зафиксированной в отверстии. Далее заготовку опиливаю до получения необходимой формы каркаса (**рис. 2**). Излишки провода обрезаю, оставив концы длиной 25...30 мм. Отделив из каждого пучка по одной проволоке, облуживаю их, пользуюсь известным способом — осторожно протягивая проволоку под жалом паяльника с набранным припоем по отрезку поливинилхлоридной изоляции, снятой с монтажного провода. Изоляция проволоки при этом разрушается, и происходит её облуживание. В торцы каркаса 3 вплавляю отрезки лужёного провода диаметром 0,6...0,8 мм — они будут служить выводами 1 катушки 2. Облуженные проволоки наматываю на выводы 1, места намотки пропаиваю.

Облуживание тонкой проволоки — операция весьма деликатная, велик риск её оборвать, поэтому остальные проволоки я соединяю без снятия изоляции методом сварки. Для этого, взяв по одной проволоке от начала и конца обмотки, скручиваю их на длине примерно 10 мм и нагреваю место скрутки в пламени многоразовой газовой зажигалки с инжекционной горелкой. Пламя такой зажигалки имеет вид узкого конуса голубого цвета. При нагреве проволоки расплавляются, образуя на месте соединения шарик расплавленного металла 4. После остывания место соединения укладываю на каркас так, чтобы проволоки прилегали к каркасу 3, и фиксирую на нём, нагревая жалом остро заточенного паяльника до погружения шарика и проволок в тело каркаса. Так достигается механическая прочность места соединения. После этого скручиваю, свариваю и фиксирую в каркасе вторую пару проволок, затем третью и т. д. В результате все проволоки оказываются соединёнными последовательно, поэтому нет необходимости их "прозвонки". Соединив все проволоки, убеждаюсь в целостности обмотки и отсутствии короткозамкнутых витков в полученной катушке индуктивности, после чего места соединений проволок покрываю клеем БФ-2.

Предлагаемый способ изготовления катушек индуктивности позволяет значительно снизить трудозатраты при их изготовлении. Следует, однако, учесть, что собственная ёмкость намотанной таким способом катушки значительно больше, чем намотанной по обычной технологии внавал.

Оборудование для рабочего места радиолюбителя

***А. ВИШНЕВСКИЙ**, г. Луганск, Украина*

Для налаживания и ремонта радиоэлектронной аппаратуры радиолюбитель создаёт для себя рабочее место. Чаще всего оно представляет собой стол, оборудованный источником света, электропаяльником и какими-либо приборами, например, осциллографом, лабораторным источником питания и т. п. В начале работы необходимо включить каждый прибор, паяльник и свет над столом, а по окончании всё это не забыть выключить. Кроме того, на рабочем месте необходимо предусмотреть отдельную розетку для подключения к сети налаживаемого или ремонтируемого устройства. Желательно также контролировать потребляемый ими ток, не допуская увеличения его до недопустимых значений, и использовать устройства, обеспечивающие электробезопасность работы. В статье описано электронное устройство, позволяющее рационально организовать труд на рабочем месте радиолюбителя, автоматически включать и выключать установленное на нём оборудование соответственно при появлении и уходе человека с него, автоматически отключать налаживаемую и ремонтируемую аппаратуру при превышении потребляемого ею тока заданных максимальных значений, автоматически отключать рабочее место от сети в аварийных ситуациях и т. д. Устройство собрано на доступной элементной базе и может быть повторено радиолюбителями средней квалификации.

Предлагаемое устройство для рабочего места радиолюбителя состоит из трёх блоков (**рис. 1**). Основной блок (его функциональные узлы заключены в рамку из штрихпунктирных линий) содержит источник питания U1, трансформаторы максимальной токовой (T1) и дифференциальной токовой защиты (T2) в цепи питания ремонтируемой и налаживаемой конструкции, переключатель максимального тока S2, узел A3, управляющий работой "Реле 2" (K2), подающего напряжение 230 В на ремонтируемое и налаживаемое изделие, узел A2, управляющий "Реле 1" (K1), подающего напряжение 230 В на оборудование рабочего стола (паяльник, светильник и т. п.). К основному блоку подключены датчик A1 присутствия человека за рабочим столом (позволяет определить, находится за рабочим столом человек или нет, в зависимости от чего включается или отключается оборудование рабочего места) и педаль A4, при нажатии на которую включается "Реле 2". Устройство позволяет одновременно включать свет над рабочим столом, паяльник и приборы и также одновременно отключать всех указанных потребителей с помощью "Реле 1", используя для этого кнопки S1.

Предусмотрены три режима управления включением и отключением оборудования рабочего места. В первом оно включается и выключается вручную нажатием на соответствующие кнопки, во втором включается вручную, а отключается автоматически примерно через 15 мин таймером A5 при отсутствии за рабочим столом человека. Чувствительный элемент датчика A1 — сенсор расположен на рабочем столе так, что при приближении к нему человека датчик выдаёт соответствующий сигнал. Перед отключением оборудования несколько секунд звучит прерывистый звуковой сигнал. Если необходимо продлить время пребывания оборудования во включённом состоянии, то нужно воздействовать на сенсор датчика присутствия или нажать на соответствующую кнопку узла S1. В третьем режиме оборудование автоматически включается сразу при подходе человека к рабочему столу, а выключается так же, как и во втором режиме. Имеется возможность во всех трёх режимах использовать кнопки для ручного включения-отключения оборудования рабочего места.

Предусмотрена подача сетевого напряжения через контакты "Реле 2" на выносную розетку при нажатии на педаль A4. Это позволяет освободить руки радиолюбителя при частых включениях и выключениях ремонтируемой или налаживаемой аппаратуры с сетевым питанием. Вывод сетевого напряжения на отдельную розетку защищается максимальной и дифференциальной токовой защитой. Максимальная токовая защита служит для отключения ремонтируемой конструкции при превышении потребляемой ею мощности. Сила тока срабатывания максимальной токовой защиты фиксирована несколькими значениями в пределах от 150 мА до 5 А, задаваемыми переключателем максимального тока S2. Им же максимальную токовую защиту можно отключить.

Дифференциальная токовая защита не отключаемая, она служит для защиты человека от поражения током при ремонте и налаживании аппаратуры. Принцип этой защиты основан на том, что если ток в фазном и нейтральном проводах одинаков, устройство подаёт напряжение в нагрузку, а если значения тока в этих проводах различаются на определённую величину, сразу отключает нагрузку от сети. Более подробно о принципе работы дифференциальной токовой защиты можно прочитать в [1, 2].

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2015

Схема основного блока показана на **рис. 2**, а входящей в его состав платы A1 — на **рис. 3**. На микросхемах DD3—DD6 (рис. 3) собран узел управления реле K1 (см. рис. 2), которое включает освещение рабочего места, паяльник и приборы, подключённые к группе розеток, присоединяемых к XS2. На элементах DD4.2, DD4.3 (рис. 3) выполнен RS-триггер, управляющий реле K1 через транзисторный ключ VT2. На элементе DD4.1 и микросхеме DD3 собрано логическое устройство, позволяющее управлять RS-триггером в трёх разных режимах, выбираемых переключателем SA1 (см. рис. 2). В первом из них (SA1 — в положении "1") включение реле K1 возможно только вручную — нажатием на кнопку SB1 "Включить/Сброс". Отключают это реле тоже вручную нажатием на кнопку SB2 "Отключить". В этом режиме двухцветный светодиод HL1 светит красным цветом.

При переводе переключателя SA1 в положение "2" реле K1 включают нажатием на ту же кнопку SB1, а выключается оно автоматически примерно через 15 мин при отсутствии человека за столом. В этом положении переключателя его секция SA1.2 подаёт напряжение 9 В на вывод 4 платы основного блока и соединённые с ним выводы 8 элемента DD3.4 и 11 DD4.1 (рис. 3). На вывод 9 элемента DD3.4 через время выдержки таймера, собранного на микросхемах DD5, DD6 (схема заимствована из [3]), подаётся лог. 1. В результате на вывод 5 элемента DD4.3 поступает лог. 0, RS-триггер на элементах DD4.2, DD4.3 переключается и реле K1 отключает розетку XS2 от сети 230 В (см. рис. 2).

Таймер (DD5, DD6) запускается в момент, когда на вход R (вывод 3) счётчика DD5 поступает сигнал с уровнем лог. 0 с выхода элемента DD3.1 (через диод VD6) или элемента DD4.1 (через диод VD7). В исходном состоянии на входах элемента DD3.1 присутствует уровень лог. 1, а на выходе — лог. 0. Когда на всех входах элемента DD4.1 уровень лог. 1, таймер начинает отсчёт времени. Время выдержки — около 15 мин — задаётся резистором R28 и конденсатором C16 (рассчитать его можно по формуле, приведённой в [4]). По истечении времени открывается транзистор VT4, появляется напряжение питания на выводе 14 микросхемы DD6 и в ней начинает работать генератор. Переменное напряжение с его выхода через конденсатор C20 поступает на транзистор VT8. К его эмиттеру подключён коллектор транзистора VT9, а на базу последнего поступает переменное напряжение с частотой, меньшей частоты генератора в 2^9 раз. В результате из звукоизлучателя BF1 слышны прерывистые звуки — это предупреждающий сигнал об отключении оборудования рабочего стола. Через несколько секунд на выводе 5 микросхемы DD6 появляется уровень лог. 1, который через элемент DD3.4 переводит RS-триггер в отключённое состояние. Прервать предупреждающий звуковой сигнал можно, либо нажав на кнопку SB1, либо приблизив руку к сенсору датчика присутствия.

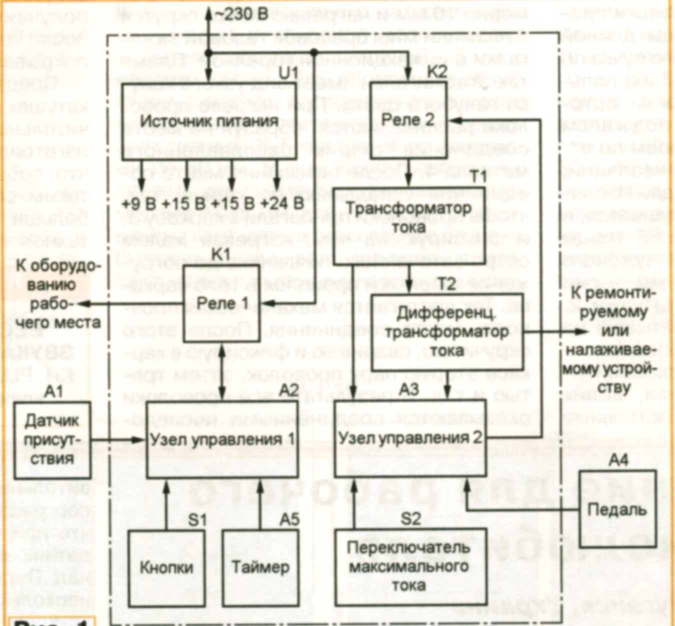


Рис. 1

При нажатии на кнопку SB1 (см. рис. 2) лог. 0 с вывода 6 платы основного блока инвертируется элементом DD3.1 в лог. 1, которая через диод VD6 поступает на вход R микросхемы таймера DD5 и сбрасывает его. При срабатывании датчика присутствия на его выходе (и выводе 12 основного блока) появляется уровень лог. 1, который элементом DD3.2 инвертируется в лог. 0. Этот сигнал поступает на один из входов (вывод 13) элемента DD4.1, в результате на его выходе (вывод 10) появляется сигнал с уровнем лог. 1. Через диод VD7 он поступает на вход R микросхемы DD5, что приводит к сбросу таймера.

RS-триггер не отключается, если за столом находится человек. В этом случае с датчика присутствия,

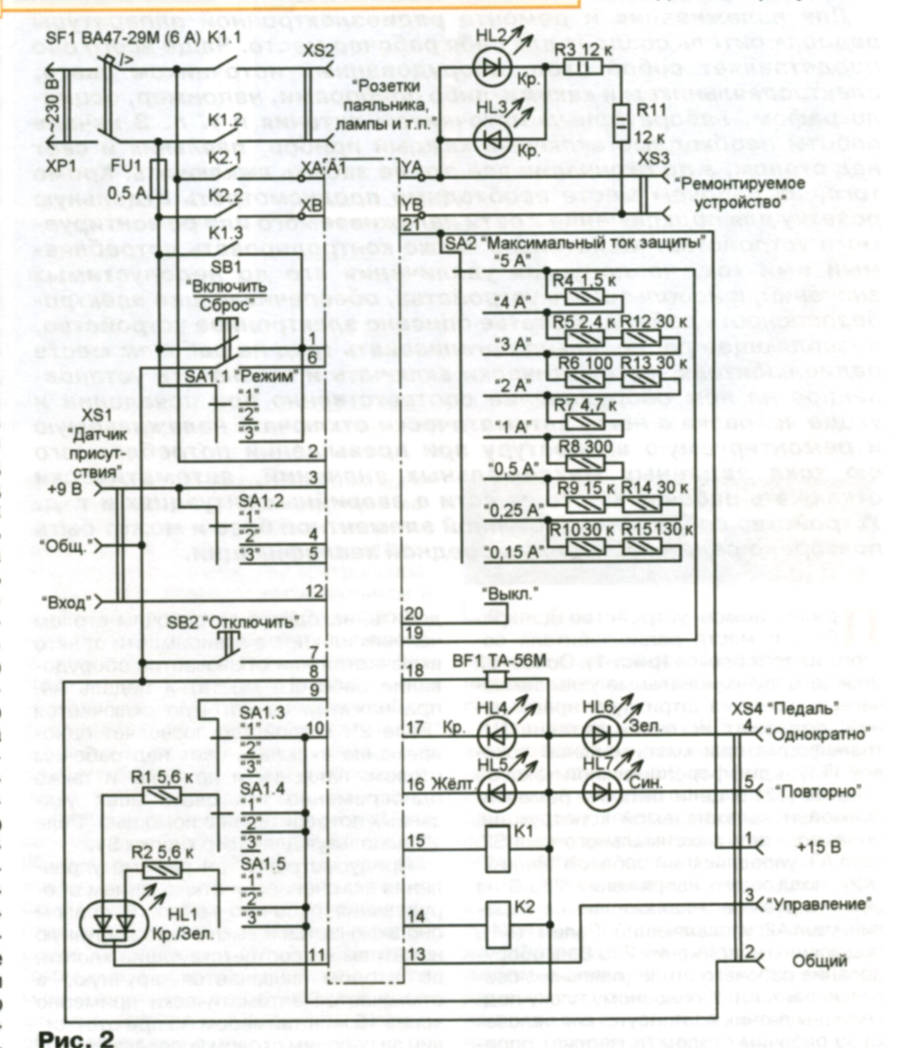


Рис. 2

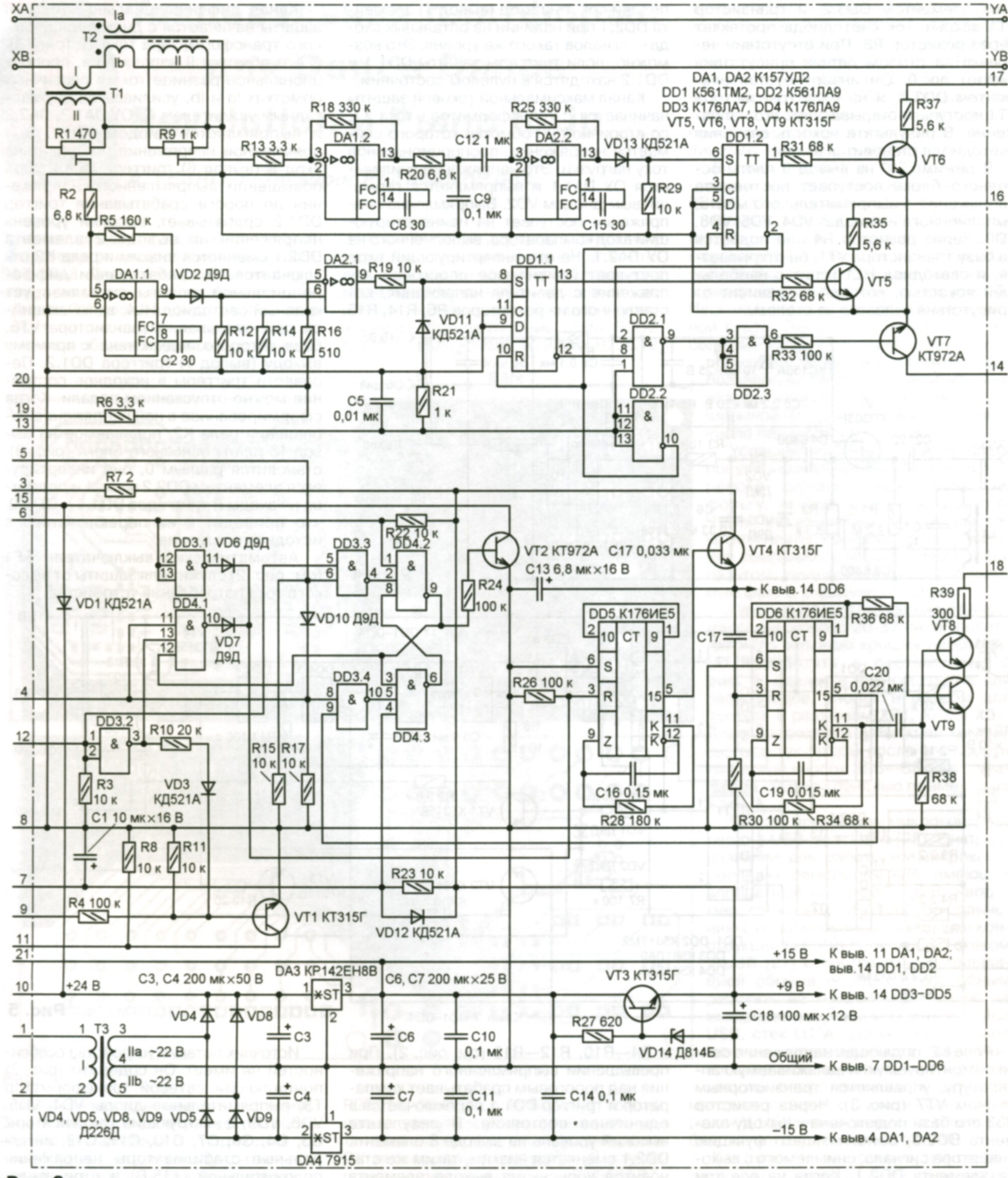


Рис. 3

среагировавшего на него, поступает сигнал с уровнем лог. 1 на вывод 12 платы основного блока. Он инвертируется элементом DD3.2, выход которого соединён с одним из входов (вывод 13) элемента DD4.1, поэтому таймер заблокирован и отсчёт времени не производится. В этом режиме двухцветный светодиод HL1 (см. рис. 2) светит жёлтым цветом, причём при наличии человека за столом яркость его свечения понижена, а когда за столом никого нет, он светит в полную силу. Так же, как и в режиме "1", реле K1 можно выключить кнопкой SB2.

В положении "3" переключателя SA1 напряжение +9 В поступает на вывод 5 платы основного блока, а с него — на вывод 6 элемента DD3.3, который пропускает сигнал с датчика присутствия на вход RS-триггера, выполненного на элементах DD4.2, DD4.3. Это позволяет включать свет, паяльник и другие устройства рабочего места при приближении к столу человека. Отключаются они так же, как и во втором режиме, примерно через 15 мин отсутствия человека за столом. В этом режиме двухцветный светодиод HL1 светит зелёным цветом, а его яркость зависит от того, есть за столом кто-нибудь или нет. В первом случае яркость снижена, так как лог. 1 с датчика присутствия инвертиру-

РАДИО® РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 11, 2015

ется элементом DD3.2, и транзистор VT1 закрыт, ток светодиода протекает через резистор R8. При отсутствии человека за столом датчик присутствия выдаёт лог 0. Он инвертируется элементом DD3.2, и на базу транзистора VT1 поступает открывающее его напряжение. В результате яркость свечения светодиода становится выше.

В режиме "1" на вывод 9 платы основного блока поступает постоянное напряжение с выпрямительного моста, выполненного на диодах VD4, VD5, VD8, VD9. Через резистор R4 оно подаётся на базу транзистора VT1, он открывается, и светодиод HL1 горит с наибольшей яркостью, которая не зависит от присутствия человека за столом.

подачи лог. 1 на вход (вывод 1) элемента DD2.1 при наличии на остальных входах сигналов такого же уровня. Это возможно, если триггеры защиты DD1.1 и DD1.2 находятся в нулевом состоянии.

Канал максимальной токовой защиты начинается с трансформатора тока T1, со вторичной (II) обмотки которого снимается напряжение, пропорциональное току нагрузки. Это напряжение усиливается ОУ DA1.1 и выпрямляется германиевым диодом VD2. Выпрямленное напряжение поступает на неинвертирующий вход компаратора, выполненного на ОУ DA2.1. На его инвертирующий вход поступает изменяемое пороговое напряжение с делителя напряжения, составленного из резисторов R6, R14, R16 и R4—R10, R12—R15 (см. рис. 2). При превышении выпрямленного напряжения над пороговым срабатывает компаратор и триггер DD1.1 переключается в единичное состояние. В результате высокий уровень на выводе 8 элемента DD2.1 сменяется низким, таким же становится уровень на выходе элемента DD2.3 и транзистор VT7 закрывается, обесточивая реле K2. Одновременно транзистор VT5, база которого подключена к прямому выходу (вывод 13) триггера DD1.1, открывается и загорается жёлтый светодиод HL5, сигнализируя о срабатывании токовой защиты.

В положении "Выкл." переключателя SA2 (см. рис. 2) компаратор DA2.1 (рис. 3) заблокирован пороговым напряжением, равным 15 В, и токовая защита не работает.

Канал дифференциальной токовой защиты начинается с дифференциального трансформатора тока T2 (рис. 3). С его обмотки II напряжение, пропорциональное разнице тока в первичных обмотках Ia и Ib, усиливается двухкаскадным усилителем на ОУ DA1.2, DA2.2 и выпрямляется диодом VD13. Выпрямленное напряжение поступает на вход S (вывод 6) триггера DD1.2. При повышении выпрямленного напряжения до порога срабатывания триггер DD1.2 срабатывает, высокий уровень напряжения на выводе 2 элемента DD2.1 сменяется низким и реле K2 отключается. О срабатывании дифференциальной защиты сигнализирует красный светодиод HL4, включающийся при открывании транзистора VT6, база которого подключена к прямому выходу (вывод 1) триггера DD1.2. Перевести триггеры в исходное состояние можно отпусканием педали. Когда сформированное в ней напряжение управления реле K2, подаваемое на вывод 13 платы основного блока (рис. 3), становится равным 0, оно инвертируется элементом DD2.2 в лог. 1 и подаётся на входы R триггеров DD1.1 и DD1.2, что приводит к их переключению в исходное состояние.

Автоматический выключатель SF1 (см. рис. 2) служит для защиты от высокого тока потребления устройства.

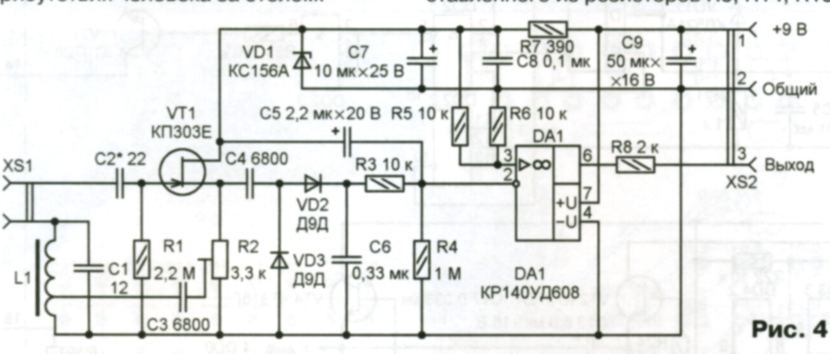


Рис. 4

Рис. 5

Реле K2, подающее напряжение сети на ремонтируемую и налаживаемую аппаратуру, управляется транзисторным ключом VT7 (рис. 3). Через резистор R33 его база подключена к выходу элемента DD2.3, выполняющего функцию инвертора сигнала, снимаемого с выхода элемента DD2.1. Когда на все три входа последнего поступают сигналы с уровнем лог. 1, сигнал на выходе элемента DD2.3 также имеет высокий уровень, поэтому транзистор VT7 открыт, т. е. реле K2 включено. Если же хотя бы на одном из входов элемента DD2.1 лог. 0, реле отключается. На два входа (выводы 2 и 8) этого элемента приходят сигналы с инверсных выходов триггеров защиты (DD1.1, DD1.2), а на третий (вывод 1) — сигнал, сформированный в педали. Включается реле K2 в момент

Источник питания устройства особенностей не имеет. Он содержит (рис. 3) понижающий сетевой трансформатор T3, выпрямительные диоды VD4, VD5, VD8, VD9, фильтрующие конденсаторы C3, C4, C6, C7, C10, C11, C18, интегральные стабилизаторы напряжения положительной (+15 В) и отрицательной (−15 В) полярности соответственно на микросхемах DA3 (КР142ЕН8В) и DA4 (7915), стабилизатор напряжения +9 В реализован на транзисторе VT3, стабилитроне VD14 и резисторе R27.

Схема датчика присутствия показана на **рис. 4**. За основу взято устройство, описанное в [5], с некоторыми изменениями. Основное из них заключается в установке компаратора на ОУ DA1, срабатывающего на изменение напряжения на выходе выпрямителя с удвоени-

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ем выпрямленного напряжения на элементах VD2, VD3, C4, C6. Чувствительным элементом датчика присутствия на рабочем месте человека служит сенсор, при приближении к которому человека на выходе компаратора появляется напряжение с уровнем лог. 1, а при отсутствии его — с уровнем лог. 0. Сенсор подключают к розетке XS1, а розетку XS2 соединяют кабелем с розеткой XS1 основного блока.

Схема педали показана на **рис. 5**. С её помощью, как отмечалось, можно управлять реле K2 основного блока, подающего напряжение сети на отдельную розетку, к которой подключают ремонтируемую и налаживаемую аппаратуру. При нажатии на педаль (после подачи питания) срабатывает кнопка SB1, в результате чего триггер DD1.1 переключается в единичное состояние и на его прямом выходе (вывод 13) появляется напряжение с уровнем лог. 1, которое поступает на верхний (по схеме) вход (вывод 13) элемента DD3.1. В результате на выходе (вывод 6) элемента DD3.3 формируется напряжение такого же уровня, которое усиливается транзисторами VT4, VT5, подводится к контакту 3 розетки XS1 и передаётся по соединительному кабелю к одноимённому контакту розетки XS4 основного блока, а с него — на узел управления реле K2, включая его. При снятии ноги с педали оно отключается.

Если кратковременно нажать на кнопку SB2 (рис. 5), то в результате триггер DD2.2 переключится так, что лог. 1 будет поступать с прямого выхода (вывод 1) триггера DD1.2. Это приведёт к тому, что при первом нажатии на педаль реле K2 включится, а при повторном — отключится.

На транзисторах VT1, VT2 собраны ключи для сигнализации о способе управления реле K2. Если горит зелёный светодиод HL6 (см. рис. 2), реле подаёт напряжение на ремонтируемую конструкцию однократным нажатием на педаль, а снимает напряжение с неё отпусканием педали. Если же горит синий светодиод HL7, напряжение подаётся на ремонтируемую конструкцию при нажатии на педаль, а снимается её повторным нажатием.

На элементах микросхемы DD4 (рис. 5) собран генератор, который запускается, когда на выводе 3 розетки XS1 присутствует лог. 1, поэтому при включении реле K2 один из горящих светодиодов (HL6 или HL7) мигает. Прерывистое свечение светодиода можно отключить переключателем SA1, расположенным в педали. Наличие напряжения 230 В на розетке XS3 индицируют светодиоды красного цвета свечения HL2 и HL3.

В качестве реле K1 и K2 в устройстве применены реле РП21-003 с тремя переключающими контактами и следующими характеристиками: рабочее напряжение — 24 В, сопротивление обмотки — 323 Ом, коммутируемые напряжение и ток — соответственно 12...240 В и 5 А, время срабатывания/отпускания — не более 30 мс. Возможная замена — импортные реле JZX 18FF 3Z (24V). В качестве K2 лучше применить наиболее быстродействующее реле с соответствующими остальными характеристиками.

Автоматический двухполюсный выключатель SF1 — ВА47-29М с номинальным током срабатывания 6 А. Переключатели SA1, SA2 — галетные ПГК, ПГГ, ПМ (первый — 3П6Н, второй — 11П1Н с ограничителем, установленным на девять положений). Розетки XS1, XS4 в основном блоке, XS1, XS2 в датчике присутствия и XS1 в педали — ОНЦ-ВГ-4-5/16Г (СГ-5). Розетка XS2 основного блока (для подключения светильника, паяльника и т. п.) — стандартная пластмассовая, в качестве розетки XS3 для подключения ремонтируемых и налаживаемых устройств используется удлинитель с тремя розетками.

Кнопка SB1 (см. рис. 2) — КМ2-1, SB2 — КМ1-1. Двухцветный светодиод HL1 — с общим катодом, остальные — любого типа указанного на схеме цвета свечения с номинальным током 20 мА. Плавкая вставка FU1 — ВП1-1 на ток 0,5 А. Звуковым излучателем BF1 служит электромагнитный телефон ТА-56М.

Сетевой трансформатор T3 — любой мощностью 10...15 Вт, с вторичной обмоткой с отводом от середины и напряжением каждой половины 22...26 В. В качестве трансформаторов тока (см. рис. 2) использованы переделанные согласующие трансформаторы ТАГ-III-3П от приёмника проводного трёхпрограммного вещания "Раздан-203". Переделка трансформатора, который будет выполнять функции T1, заключается в удалении вторичной обмотки, намотанной проводом большего диаметра, чем первичная, и намотке новой, состоящей из двух витков провода сечением 0,75 мм². Чтобы получить дифференциальный трансформатор T2, также удаляют вторичную обмотку, затем поверх первичной помещают электростатический экран (незамкнутый виток из полоски медной фольги), после чего наматывают новую вторичную обмотку, также состоящую из двух витков, но сложенного вдвое провода сечением 0,75 мм². Перемотанные обмотки трансформаторов, которые в устройстве выполняют функции первичных, включают в цепь тока, протекающего через ремонтируемую или налаживаемую конструкцию, а с оставленных обмоток из тонкого провода снимают напряжения, пропорциональные току.

Интегральный стабилизатор КР142ЕН8В заменим импортным аналогом 7815. Устанавливать на теплоотводы микросхемы интегральных стабилизаторов DA3 и DA4 не нужно.

Устройство смонтировано на плате из стеклотекстолита и помещено в металлический корпус подходящих размеров, установленный на стене перед рабочим столом. Автоматический выключатель SF1, кнопки SB1, SB2, переключатели SA1, SA2, держатель плавкой вставки FU1 и светодиоды HL1—HL7 размещены на его передней стенке, розетки XS1, XS4 — на нижней (здесь же выведен и кабель сетевого питания).

Датчик присутствия смонтирован на плате, помещённой в металлический корпус размерами 90×65×30 мм. Последний закреплён с помощью струбцины на рабочем столе. Сенсором датчика служит отрезок радиочастотного симметричного кабеля КАТВ (или аналогичного импортного) длиной 400...500 мм. Катушка индуктивности L1 намотана на ферритовом (2000НМ1) кольцевом магнитопроводе типоразмера К10×6×3 и содержит 90 витков провода ПЭЛ 0,07 с отводом от 20-го витка, считая от нижнего (по схеме) вывода. Гнездо XS1 — САТ-Г.

Педаль собрана в корпусе от педали гитарных эффектов "Спектр-1". Печатная плата из него удалена, а по её размерам изготовлена новая плата, на которой смонтировано устройство по схеме на рис. 5. Имеющийся в корпусе переменный резистор и связывающий его с подвижной платформой механизм также удалены, а вместо них смонтирована кнопка с самовозвратом SB1 (модуль переключателя П2К) так, чтобы при нажатии на подвижную платформу педали она срабатывала. Кнопка SB2 и переключатель SA1 использованы те, что установлены в педали на верхней панели. Гнездо XS1 (ОНЦ-ВГ-4-5/16Г) — имеющееся в исходной педали.

Для проверки и подгонки значений тока срабатывания максимальной и дифференциальной защиты в устройство вводят детали и узлы, показанные на **рис. 6** (их позиционные обозначения снабжены штрихами). Здесь T1' — ЛАТР, T2' — дополнительный трансформатор с вторичной обмоткой напряжением 5...7 В и током не менее 5 А, SB1' — переключатель П2К с двумя группами контактов. Понадобятся амперметр переменного тока с различными пределами измерения (например, авометр Ц4317), осциллограф (например, С1-94) и три постоянных резистора, обозначенных на схеме как R1', R2' и R3'.

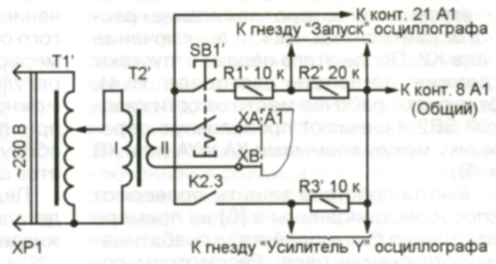


Рис. 6

Токовую защиту налаживают в следующем порядке. Установив движок подстроечного резистора R1 (см. рис. 3) в крайнее правое (по схеме) положение, а подвижный контакт ЛАТРа (рис. 6) — в положение, при котором его выходное напряжение равно 0 (назовём это положение исходным), включают дополнительный переключатель SB1', а затем подключают к сети оборудование рабочего места кнопкой SB1 (см. рис. 2). После этого переключателем SA1 выбирают режим "1", переключатель SA2 устанавливают в положение "5 А"; включённый в режим измерения переменно-

го тока авометр PA1' (на схеме не показан) — на предел 5 А. Далее с помощью педали включают реле K2 и, плавно увеличивая напряжение с ЛАТРа, устанавливают по амперметру ток, равный 5 А. Добившись этого, медленно перемещают движок подстроечного резистора R1 (см. рис. 3) до момента срабатывания токовой защиты, о чём свидетельствуют зажигание светодиода HL5 жёлтого цвета свечения и отключение реле K2. После этого педаль отпускают, сбрасывая тем самым включённую максимальную токовую защиту, переводят подвижный контакт ЛАТРа в исходное положение, а переключатель SA2 — в положение "4 А". Снова включают реле K2, переключив авометр на предел "4 А", и снова повышают напряжение с ЛАТРа и убеждаются в том, что теперь защита срабатывает при токе 4 А. Аналогично проверяют соответствие тока отключения для других значений, и если есть отличия более чем на 10 %, то подбором соответствующих резисторов R4—R10, R12—R15 (см. рис. 2) это отклонение уменьшают до приемлемых значений.

Дифференциальную токовую защиту налаживают в такой последовательности. Установив движок подстроечного резистора R9 (см. рис. 3) в крайнее правое (по схеме) положение, а подвижный контакт ЛАТРа — в исходное положение, включают дополнительный переключатель SB1' (рис. 6), соединяют проволочной перемычкой клеммы XA и YA (или XB и YB) и подключают к сети оборудование рабочего места кнопкой SB1. Далее переключатель SA1 (см. рис. 2) устанавливают в положение "1", переключают авометр на предел измерения переменного тока 10...30 мА и, нажав на педаль, включают реле K2. Плавно повышая напряжение с ЛАТРа, устанавливают ток через дифференциальный трансформатор T2, равный 5 мА, и, поворачивая движок подстроечного резистора R9, добиваются срабатывания дифференциальной защиты, о чём свидетельствуют зажигание красного светодиода HL4 и выключение реле K2. После этого педаль отпускают (должен погаснуть светодиод HL4), отключают рабочее место от сети кнопкой SB2 и снимают проволочную перемычку между клеммами XA и YA (или XB и YB).

Быстродействие защиты проверяют способом, описанным в [6] на примере измерения быстродействия срабатывания-отпускания реле. Рассмотрим порядок проведения операций по определению времени срабатывания дифференциальной защиты.

Соединив проволочной перемычкой клеммы XA и YA (или XB и YB), выбирают переключателем SA1 режим "1", устанавливают подвижный контакт ЛАТРа в исходное положение и подсоединяют к устройству осциллограф. Переведя его в ждущий режим работы с внешним запуском положительным фронтом импульса, устанавливают время развёртки 10 мс на деление, а коэффициент вертикального отклонения — 5 В на деление. После этого подключают к сети ЛАТР и оборудование рабочего места (кнопкой SB1) и, включая-выключая дополнительную кнопку SB1' и регулируя уровень запуска осциллографа, добиваются надёжного старта горизонтальной развёртки. Далее включают педалью реле K2 и нажимают на дополнительную кнопку SB1'. Повышая напряжение с ЛАТРа, добиваются срабатывания дифференциальной защиты (включения светодиода HL4 и отключения реле K2). Затем отключают дополнительную кнопку SB1' и, отпустив педаль, приводят в исходное состояние сработавшую дифференциальную защиту. Снова включают педалью реле K2 и спустя некоторое время нажимают на дополнительную кнопку SB1'. При этом сработает дифференциальная защита и луч на экране осциллографа покажет время её быстродействия.

Нормальное время быстродействия защиты не превышает 30 мс. В основном оно определяется временем отпускания реле K2. Для его уменьшения демпферный диод, обычно включаемый параллельно обмотке реле (как, например, VD1 у реле K1), в данном случае отсутствует.

Датчик присутствия налаживают, установив на свои места на рабочем столе сам датчик и его сенсор. Переведя переключатель SA1 (см. рис. 2) в положение "2" или "3" (в этом случае двухцветный светодиод HL1 должен светиться жёлтым или зелёным светом), устанавливают движок подстроечного резистора R2 в верхнее (по схеме) положение, при котором генератор на транзисторе VT1 вырабатывает переменное напряжение высокой (около 500 кГц) частоты. Приблизившись к сенсору датчика, подключённому к розетке XS1, на расстояние 100...200 мм, перемещают движок резистора R2 вниз (также по схеме), добиваясь срабатывания датчика присутствия (это проявляется в уменьшении яркости свечения двухцветного светодиода HL1). На удаление от стола (вернее — от сенсора) устройство должно среагировать увеличением яркости светодиода HL1 и отключением светильника, паяльника и другого оборудования рабочего места примерно через 15 мин. Более подробно о регулировании датчика присутствия можно прочитать в [5]. В режиме "3" при приближении к сенсору датчика оборудование рабочего места включается автоматически.

Педаль, если применены исправные детали и нет ошибок в монтаже, в налаживании и регулировке не нуждается.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Павлов В.** Автоматический отключатель нагрузки. — Радио, 1989, № 11, с. 91.

2. **Кузнецов А.** Устройство защиты от поражения электротоком. — Радио, 1997, № 4, с. 47—49.

3. **Козявин А.** Ограничитель времени работы электрорадиоаппаратуры. — Радио, 1991, № 8, с. 26—28.

4. **Мединский Л.** Простое экономичное реле времени. — Радио, 1988, № 1, с. 40—43.

5. **Марков В.** Индикатор присутствия. — Радио, 2009, № 1, с. 51.

6. **Иванов Б.** Осциллограф — ваш помощник (цикл статей). Вопрос—ответ. — Радио, 1989, № 5, с. 85.

Возможность увидеть разрабатываемую электронную плату в трёхмерном изображении ещё до её изготовления позволяет заблаговременно выявлять возможные недостатки конструкции готового устройства и облегчает взаимодействие инженеров-электронщиков с конструкторами-механиками, разрабатывающими корпус изделия. Сегодня для обмена трёхмерной информацией общепринят формат STEP, который поддерживается большинством трёхмерных САПР, с которыми работают конструкторы-механики.

Почему EAGLE и DipTrace?

Из рассмотрения исключаем программы-"тяжеловесы" фирм Mentor, Cadence и Altium. Их пользователям о проблемах трёхмерного отображения беспокоиться не стоит, но цена (особенно САПР Xpedition или Allegro) для радиолюбителей и небольших компаний — неподъёмная. Кстати, многим имеющиеся в этих системах возможности и не нужны. В легендарной системе разработки печатных плат P-CAD трёхмерной визуализации нет, есть лишь IDF-экспорт. Система Target 3001 или Easy-PC в наших краях редкость, а бесплатные САПР с поддержкой трёхмерности, вроде KiCAD или DesignSpark, полностью лишены возможности экспорта модели платы, да и не очень-то популярны. Остаются только близкие конкуренты — DipTrace и EAGLE.

DipTrace

Эта программа позволяет вращать модель платы вокруг трёх осей в реальном времени и сохранять её со всеми установленными корпусами компонентов в формате STEP или VRML. Трёхмерный модуль DipTrace можно сравнить с аналогичным в Altium Designer. Конечно, DipTrace значительно слабее. Нет режимов просмотра отдельных слоёв и платы в разрезе, зато есть полноценный STEP-экспорт. Он обеспечивает сравнительно простую интеграцию с механическими САПР. А вот формат VRML мне показался бесполезным для практических задач, зато для визуализации он очень удобен и, главное, эффектен. Ведь плата экспортируется со всеми печатными проводниками, сплошными участками металлизации и выглядит практически как фотоснимок (**рис. 1**).

Разработчикам предлагают стандартную библиотеку трёхмерных моделей элементов бесплатно. Эти модели "прикреплены" к соответствующим корпусам. Если у какого-либо корпуса модели нет, то при запуске программа попробует найти соответствие в библиотеке, а пользователь может назначать критерии поиска и указывать папки, в которых он должен вестись.

Но в стандартной библиотеке моделей не так уж много. Я часто сталкивался с тем, что вместо некоторых компонентов на плате виднелись лишь их посадочные места. Это особенно часто случается при использовании малораспространённых деталей. Кстати, в DipTrace нельзя для грубой оценки размеров быстро установить высоту компонента прямо в программе, как обычно

Трёхмерные печатные платы в EAGLE и DipTrace

В. ХОМЕНКО, г. Днепропетровск, Украина

В статье рассказано, как организованы трёхмерная визуализация и STEP-экспорт трёхмерной модели электронной печатной платы из двух очень популярных САПР среднего уровня. Этот материал носит обучающий и справочный характер, поэтому в статье отсутствуют какие-либо рекомендации по преимущественному использованию тех или иных методов.

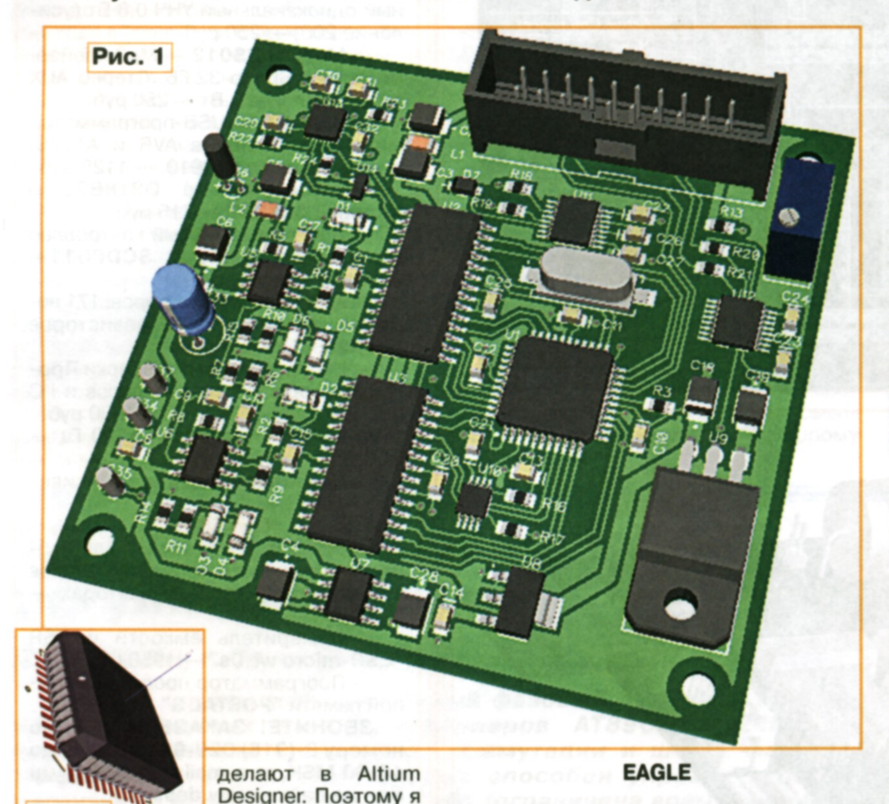


Рис. 1

Рис. 2

делают в Altium Designer. Поэтому я просто выбирал похожие модели из стандартной библиотеки и изменял их масштаб. Получалось чуть дольше и неточно, но красивее, чем в Altium (DipTrace позволяет выбрать вообще любую модель для любого корпуса).

Но это перестало быть проблемой, когда я обнаружил, что можно прикрепить к корпусу не только модель из стандартной библиотеки, но и вообще любой STEP-файл. Производители нередко выкладывают такие файлы на своих сайтах в общий доступ как раз для этих целей. Кстати, в качестве трёхмерных моделей корпусов можно подключать не только STEP-файлы, но и файлы в форматах IGES, VRML и 3DS (**рис. 2**).

Для корректного подключения модели из файла к посадочному месту достаточно ввести нужные значения в соответствующие поля (углы поворота по осям, высота от опорной поверхности и пр.). Связь корпуса и модели программа запоминает, поэтому ситуации с пустыми посадочными местами с течением времени должны возникать всё реже.

EAGLE

В этой системе встроенного трёхмерного модуля нет, зато EAGLE поддерживает множество ULP — специальных пользовательских "скриптов", которые значительно расширяют функциональные возможности программы. Фирма CadSoft (разработчик EAGLE) официально предлагает три способа трёхмерной визуализации плат: Eagle'up, IDF-экспорт, IDF-to-3D.

Чтобы увидеть модель платы, применяя Eagle'up, необходимо установить в компьютере трёхмерный редактор SketchUp (бесплатную версию), eagleUP — специальный плагин для SketchUp (файл с расширением *.rbz) и ImageMagick — бесплатный пакет программ для преобразования растровых изображений в векторные.

После импорта платы в SketchUp все модели электронных компонентов нужно закрепить на ней вручную. Модели в формате STEP или IGES, скачанные с сайтов производителей, использовать не удастся, потому что SketchUp из распространённых форматов импортирует только 3DS, который не очень популярен для хранения образов электронных компонентов. В итоге наверняка придётся самостоятельно рисовать каждую модель корпуса.

STEP-экспорта даже в платной (довольно дорогой) версии SketchUp нет. Есть специальные плагины, но их немного, и они тоже платные, поэтому я ими не пользовался.

Начиная с версии 7, в EAGLE появилась возможность сохранить плату в формате IDF (Intermediate Data Format). Работает эта функция тоже через специальный ULP-скрипт, но никаких других "плагинов" не требуется. Нужна только трёхмерная САПР, поддерживающая IDF-импорт (Solidworks, FreeCAD и другие). Просто запустите скрипт eagleIDFexporter.ulp (он поставляется вместе с программой) и нажмите "Generate IDF Files". В указанной при этом папке появятся файлы *.emn и *.emp. Высота компонента экспортируется в IDF-формат, а по умолчанию скрипт назначает 1 мм. Её можно изменить в EAGLE, назначив атрибут HEIGHT для компонента или открыв файл *.emp

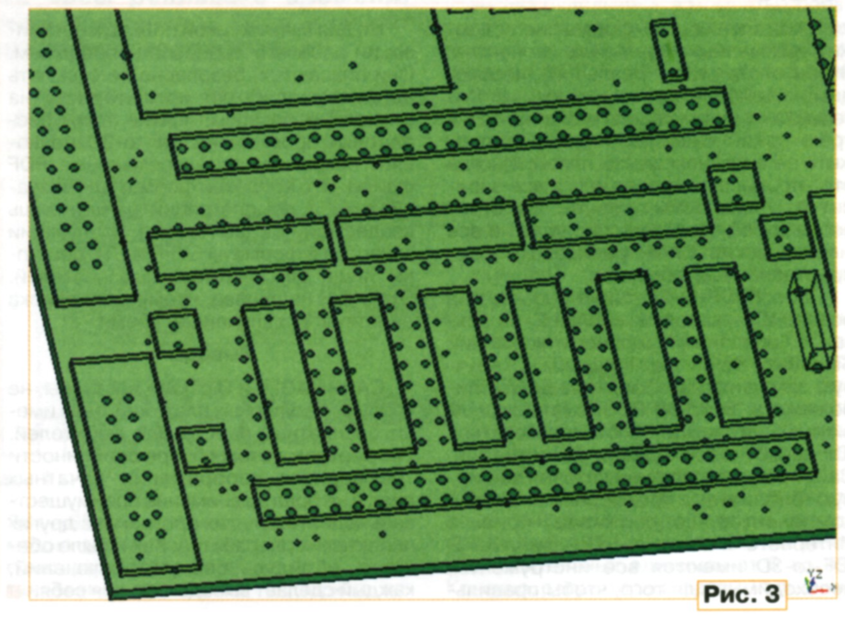


Рис. 3

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

в любом текстовом редакторе и изменив значения в соответствующих строках. Затем следует запустить трёхмерную САПР и импортировать в неё модель платы (**рис. 3**).

но расположить модель на посадочном месте. Изменения сохраняются. Плату со всеми установленными компонентами можно сохранить в трёхмерном PDF (**рис. 4**) или STEP (**рис. 5**) формате.

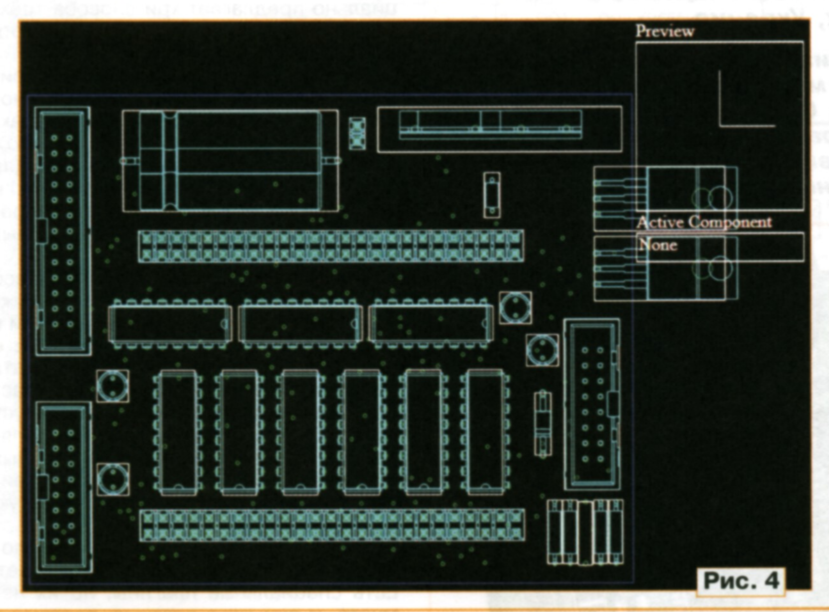


Рис. 4

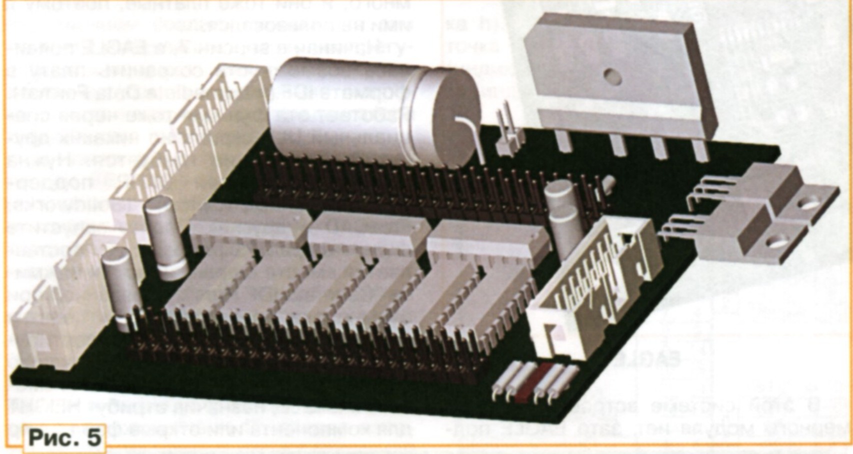


Рис. 5

К сожалению, IDF-формат не содержит трёхмерных моделей компонентов. Чтобы плата стала "реальной", необходимо нарисовать или скачать из Интернета модель каждого компонента и в трёхмерной САПР вручную расположить её в нужном месте платы. Иногда этот процесс занимает часы, всё зависит от сложности проекта. Не стоит забывать об ограничениях, ведь не все механические САПР распознают распространённые форматы.

Способ IDF-to-3D также работает на основе IDF-экспорта из EAGLE, но связан с "облачным" сервисом компании Simplified Solutions. Туда можно вручную загрузить IDF-файлы из EAGLE либо нажать "Build 3D PCB" в диалоговом окне IDF-экспорта. Чтобы пользоваться IDF-to-3D, необходима регистрация. Сайт предоставляет достаточно обширную библиотеку трёхмерных моделей компонентов, поддерживает поиск в Интернете и импорт STEP-файлов. В IDF-to-3D имеются все инструменты, необходимые для того, чтобы правильно расположить модель на посадочном месте.

Но для многих такой подход к организации рабочего процесса неприемлем. Они опасаются, безопасно ли отсылать ценные разработки по Интернету на сторонние ресурсы. Кроме того, бесплатный профиль на IDF-to-3D позволяет сохранять лишь трёхмерные PDF файлы. Это неплохой формат для визуализации и демонстрации (нужен лишь вездесущий Adobe Reader), но функции экспорта в форматы STEP и STL доступны лишь для платных пользователей. Это стоит недёшево, к тому же подписка действует ограниченное время.

Выводы

САПР EAGLE и DipTrace доступны, не требуют регулярных платежей, зато имеют бесплатные версии для любителей. Рассмотрев в этом обзоре особенности трёхмерного изображения печатных плат, я не брал во внимание преимущества и недостатки этих программ в других аспектах их разработки. Как и было обещано, обойдусь без умозаключений, каждый сделает выводы сам для себя.

Импульсный источник питания на базе блока из DVD-проигрывателя

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Эпоха расцвета оптических носителей информации, таких как CD и DVD, оказалась яркой, но недолгой. Сегодня DVD-проигрыватели после износа или поломки уже не ремонтируют, а выбрасывают или в лучшем случае разбирают на детали. Недорогие DVD-проигрыватели обычно содержат в виде отдельного модуля импульсный блок питания мощностью 6...20 Вт, который после небольшой доработки можно с успехом применить для питания других устройств.

Один из узлов DVD-проигрывателя BBK DV31851 — его блок питания SKY-P00807, который пригоден для повторного использования. Он имеет три выходных канала (+5 В, +12 В, –12 В) суммарной мощностью около 14 Вт. На базе этого блока удалось изготовить зарядно-питающее устройство для различных мобильных мультимедийных устройств. По мнению автора, оно обладает значительно лучшими параметрами, в том числе надёжностью, чем многочисленные малогабаритные зарядные устройства, которыми комплектуют сотовые телефоны, планшетные компьютеры, электронные книги, МП-3-плейеры, навигаторы и другие современные "игрушки".

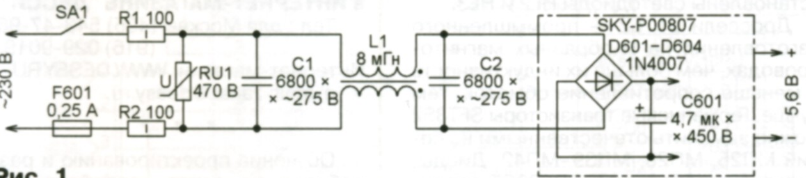


Рис. 1

Первым этапом доработки блока SKY-P00807 стала установка на его сетевом входе помехоподавляющего фильтра, собранного по схеме, изображённой **рис. 1**. Плавкая вставка F601 была перенесена с печатной платы блока в держатель, установленный на корпусе устройства. Там же на корпусе был установлен отсутствовавший ранее выключатель питания SA1. Остальные элементы фильтра удалось разместить на печатной плате блока.

Теперь напряжение сети ~230 В через замкнутые контакты выключателя и плавкую вставку, а также через уменьшающие пусковой ток резисторы R1 и R2 поступает на LC-фильтр C1L1C2. После фильтра оно попадает на сетевой вход блока. Варистор RU1 защищает устройство от перенапряжений в питающей сети.

Установка ограничительных резисторов позволила заменить плавкую вставку на ток 1 А аналогичной на 0,25 А. Эти резисторы уменьшили также вероятность повреждения блока питания импульсными сетевыми помехами. С этой же целью из блока был удалён высоковольтный керамический конденсатор, соединявший общие провода первичной и вторичных цепей преобразователя напряжения.

Двухобмоточный дроссель L1 — промышленного изготовления, подойдёт любой аналогичный малогабаритный дроссель с индуктивностью обмоток не менее 1 мГн и общим их сопротивлением не более 40 Ом. Чем больше индуктивность, тем лучше.

В процессе доработки в блоке был обнаружен вздувшийся оксидный сглаживающий конденсатор выпрямителя напряжения +5 В. Этот конденсатор ёмкостью 470 мкФ был заменён оксидным конденсатором ёмкостью 1500 мкФ, параллельно которому был припаян керамический конденсатор ёмкостью 10 мкФ. Для повышения выходного напряжения с +5 В до +5,6 В параллельно резистору номиналом 10 кОм, включённому между выводами 1 и 2 имеющейся в блоке микросхемы параллельного стабилизатора напряжения TL431, был подключён резистор сопротивлением 43 кОм.

Интегральная микросхема TNY275PN импульсного преобразователя напряжения ранее работала с теплоотводом лишь в виде участка фольги на плате. Для облегчения температурного режима этой микросхемы к её теплоотводящим выводам 5—8 был припаян дополнительный теплоотвод — медная пластина с площадью охлаждающей поверхности 3 см^2.

Конденсатор C601 (рис. 1) был заменён конденсатором такой же ёмкости, но на рабочее напряжение 450 В вместо 400 В. Это было сделано, чтобы за счёт длинных выводов нового конденсатора отодвинуть его подальше от нагревающейся микросхемы TNY275PN.

При экспериментах с блоком питания было выяснено, что в случае подключения нагрузки только к выходу +5 В (+5,6 В после доработки) напряжение между обкладками сглаживающих конденсаторов выпрямителей выходных напряжений +12 В и –12 В превышало 20 В. Поскольку упомянутые выходы доработанного блока не используются, диоды этих выпрямителей, обозначенные на его плате как D610 и D611, были демонтированы.

Если в дорабатываемом блоке питания оказались неисправными высокочастотные выпрямительные диоды, то их можно заменить соответствующими по допустимому обратному напряжению диодами из серий КД247, UF400x. Ими же можно заменить и диоды 1N4007. Неисправный оптрон EL817 заменяют любым четырёхвыводным с цифрами 817 в названии, например, LTV817 или PC817. Вместо микросхемы TL431 подойдёт AZ431 или LM431 в корпусе TO-92.

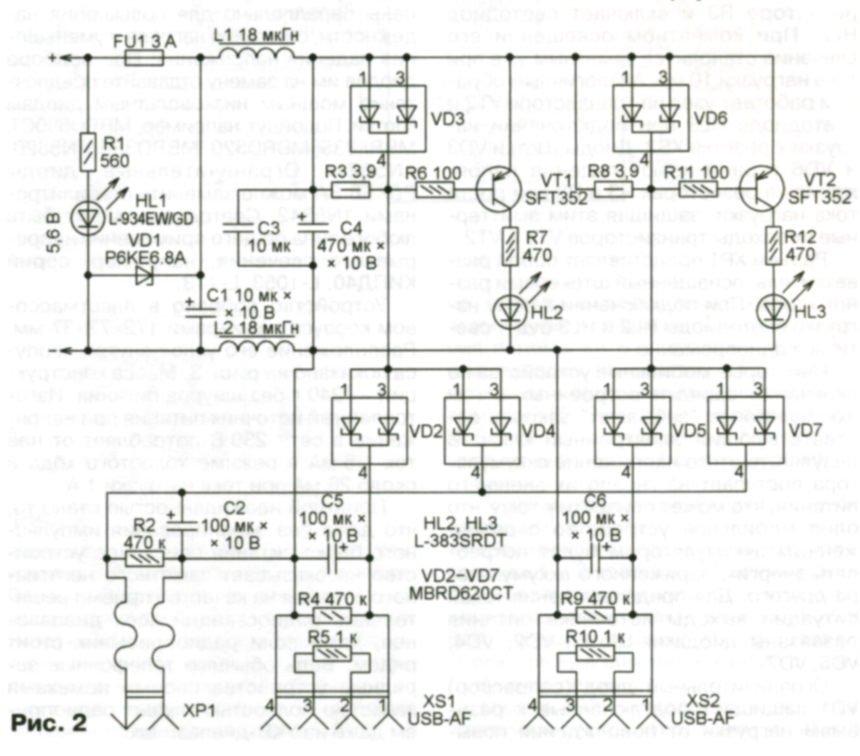


Рис. 2

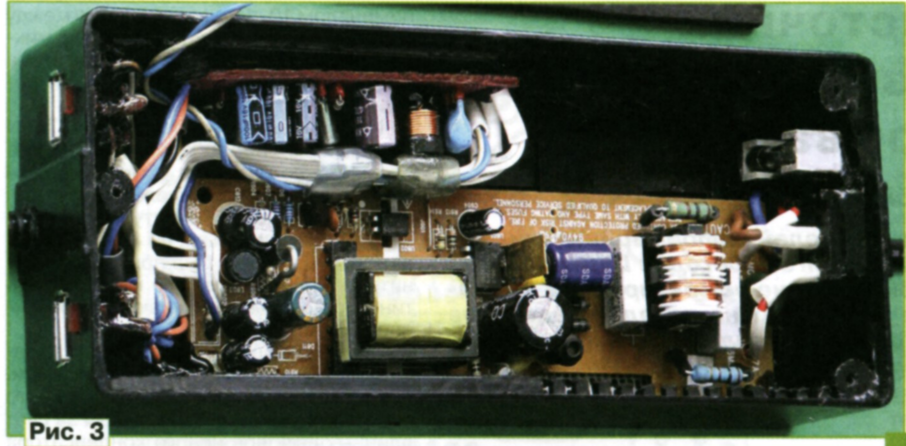


Рис. 3

Кроме различных цифровых мобильных мультимедийных устройств, к этому источнику питания можно подключать "четырёхаккумуляторные" фотоаппараты и видеокамеры, рассчитанные на питание напряжением 4,8...6,4 В, радиоприёмники, детские игрушки. Подобным образом можно доработать и использовать другие импульсные блоки питания, демонтированные из неисправных или ненужных бытовых электронных приборов, например, блок GL001A1. В некоторых случаях доработка может быть упрощена, поскольку во многих блоках двухобмоточный дроссель на сетевом входе уже имеется.

Конденсаторы фильтра C1 и C2 — плёночные или керамические, способные работать при переменном напряжении частотой 50 Гц не менее 250 В. Их ёмкость может находиться в интервале 4700...10000 пФ. Дополнительно установленные в блок оксидные конденсаторы — К53-19, К53-30 или импортные аналоги конденсаторов К50-35 и К50-68. Дисковый варистор RU1 — TVR10471, который можно заменить MYG14-471, MYG20-471, FNR-14K471, FNR-20K471 или GNR20D471K. Отдавайте предпочтение варистору в корпусе большего диаметра.

Напряжение +5,6 В с выхода блока питания было подано на дополнительно изготовленный модуль, схема которого представлена на **рис. 2**. К его разъёмам XP1, XS1 и XS2 можно одновременно подключить три нагрузки с общим потребляемым током до 2 А. Выходное напряжение — около +5 В.

При подключении нагрузки к розетке XS1 германиевый транзистор VT1 открывается падением напряжения на резисторе R3 и включает светодиод HL2. При комнатном освещении его свечение становится заметным уже при токе нагрузки 10 мА. Аналогичным образом работает узел на транзисторе VT2 и светодиоде HL3 при подключении нагрузки к розетке XS2. Диоды Шотки VD3 и VD6 ограничивают падение напряжения на резисторах R3 и R8 при росте тока нагрузки, защищая этим эмиттерные переходы транзисторов VT1 и VT2.

Разъём XP1 представляет собой разветвитель, оснащённый штекерами разного типа. При подключении к нему нагрузки светодиоды HL2 и HL3 будут светиться одновременно.

Некоторые мобильные устройства по окончании зарядки встроенных в них аккумуляторов "забывают" закрыть соответствующий электронный ключ. В результате этого напряжение аккумулятора поступает на гнездо их внешнего питания, что может привести к тому, что одно мобильное устройство с разряженным аккумулятором будет потреблять энергию заряженного аккумулятора другого. Для предотвращения такой ситуации выходы источника питания развязаны диодами Шотки VD2, VD4, VD5, VD7.

Ограничительный диод (сапрессор) VD1 защищает подключённые к разъёмам нагрузки от повреждения повышенным напряжением при неисправности блока питания. Светодиод HL1 светит при включении устройства в сеть. Фильтр C1L1L2C3C4 снижает уровень пульсаций выходного напряжения импульсного блока питания. Их размах на разъёмах XP1, XS1 и XS2 не превышает 10 мВ при токе нагрузки 2 А. Это значительно меньше, чем у различных телефонных зарядных устройств, где пульсации могут достигать сотен милливольт.

Детали устройства по схеме на рис. 2 установлены на монтажной плате размерами 75×25 мм. Монтаж — двухсторонний навесной. Резисторы R5 и R10 припаяны непосредственно к контактам розеток XS1 и XS2. Возле этих розеток установлены светодиоды HL2 и HL3.

Дроссели L1, L2 — промышленного изготовления на Н-образных магнитопроводах, чем больше их индуктивность и меньше сопротивление обмоток, тем лучше. Германиевые транзисторы SFT352 можно заменить отечественными из серий МП25, МП26, МП39–МП42. Диоды, входящие в сборки MBRD620CT соединены параллельно для повышения надёжности, снижения нагрева и уменьшения падения напряжения. При подборе диодов им на замену отдавайте предпочтение мощным низковольтным диодам Шотки. Подойдут, например, MBRD630CT, MBRF835, MBRD320, MBRD330, 1N5820, 1N5821. Ограничительные диоды P6KE6.8A можно заменить стабилитронами 1N5342. Светодиоды могут быть любого типа общего применения непрерывного свечения, например, серий КИПД40, L-1053, L-173.

Устройство собрано в пластмассовом корпусе размерами 172×72×37 мм. Расположение его узлов внутри корпуса показано на **рис. 3**. Масса конструкции — 240 г без шнуров питания. Изготовленный источник питания при напряжении в сети 230 В потребляет от неё ток 1,5 мА в режиме холостого хода и около 26 мА при токе нагрузки 1 А.

Приятной неожиданностью стало то, что даже без экранирования импульсного блока питания описанное устройство не оказывает заметного негативного влияния на качество приёма вещательных радиостанций всех диапазонов, даже если радиоприёмник стоит рядом. Ведь обычные телефонные зарядные устройства своими помехами зачастую полностью глушат радиоприём даже на УКВ-диапазонах.

Кодовый замок с ключом из микросхемы памяти

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской области

Чтобы открыть этот электронный замок, не потребуется запоминать код и набирать его вручную, нажимая на кнопки. Достаточно вставить в "замочную скважину" замка "ключ" с микросхемой энергонезависимой памяти. Подсмотреть открывающий замок код невозможно. Его генерирует и записывает в память "ключа" сам замок.

Кодовые замки обычно работают по хорошо известному принципу. Замок хранит секретный код. Пользователь знает этот код и, чтобы открыть замок, набирает его, нажимая на кнопки. При совпадении набранного и хранимого кодов замок открывается. Такой алгоритм реализован, например, в микроконтроллерном устройстве [1].

Но в этом алгоритме есть слабые места. Простой код можно подобрать, было бы достаточно времени. Сложный код трудно запомнить и долго набирать. Набираемый код злоумышленник может подсмотреть. В предлагаемом замке кнопок набора кода нет, а сам код пользователь хранит в "ключе" — дешёвой микросхеме энергонезависимой памяти. Речь не идёт о таблетке iButton — дорого. Хотя в части соединения "ключа" с замком у таблеток есть преимущество в простоте и надёжности.

Замок выполнен на микроконтроллере ATtiny2313, что позволяет собрать на одной и той же плате без всяких переделок и лишних элементов любой из двух предлагаемых, различающихся лишь программой микроконтроллера вариантов замка. Первый вариант — одноканальный, приводящий в действие лишь одно исполнительное устройство (запор). Второй вариант — девятиканальный, способный, в зависимости от кода во вставленном в него "ключе", открыть любой из девяти запоров. В последнем случае не обязательно использовать все каналы, выбор их числа остаётся за пользователем.

В "ключах" применены микросхемы энергонезависимой памяти с интерфейсом I^{2}C. Код, открывающий одноканальный замок, — двухбайтный. Его создаёт и записывает в "ключ" сам замок с помощью генератора псевдослучайных чисел, реализованного программно в микроконтроллере. Девятиканальный замок записывает в "ключ" три байта. Первый байт содержит условный номер канала, а следующие два — открывающий код для этого канала.

Схема замка показана на **рис. 1**. Тактовая частота микроконтроллера DD1 задана его внутренним RC-генератором и равна 8 МГц. Розетка XS1 — основная. Её устанавливают на двери и в неё вставляют "ключ", чтобы открыть замок. Розетка XS2 — вспомогательная. Её устанавливают на корпусе замка, расположенном в недоступном для посторонних месте. Эту розетку используют для записи и копирования кода в "ключ".

"Ключ", схема которого изображена на **рис. 2**, содержит микросхему памяти DS1 и разъём XP1 для подключения к замку. Микропереключатель SF1 в замке установлен так, что при сочленении "ключа" с разъёмом XS1 замка его контакты замыкаются и включают питание замка.

При совпадении кода, хранящегося в замке, с кодом в "ключе" программа устанавливает высокий уровень на выходе PD4 микроконтроллера. Если перемычка S1 установлена в положение 3-4, то этот уровень открывает транзистор VT1, в результате чего срабатывает реле K1, подавая питание на обмотку электромагнита, воздействующего на запорный механизм. Одновременно вторая пара замкнувшихся контактов реле блокирует микропереключатель SF1. Поэтому при извлечении "ключа" из разъёма питание замка остаётся включённым, а запорный механизм — открытым.

Если перемычка S1 установлена в положение 1-2, реле K1 не действует, а логический сигнал открывания запора поступает на контакт 3 колодки XT2, к которой можно подключить любое исполнительное устройство.

В девятиканальном замке при совпадении кодов активируется канал замка, соответствующий хранящемуся в "ключе" номеру. Выход первого канала и в этом случае, в зависимости от положения перемычки S1, управляет реле K1 или выведен на колодку XT2. Выходы остальных восьми каналов выведены на колодку XT5. Сигналы на колодках XT2 и XT5 имеют стандартные логические уровни: низкий — закрыто, высокий — открыто.

Питание на девятиканальный замок поступает постоянно, для чего вместо микропереключателя SF1 между контактами 1 и 2 колодки XT1 должна быть установлена перемычка. Сам микровыключатель подключают вместо кнопки SB1. Когда в розетку XS1 вставляют "ключ", он выводит микроконтроллер из "спящего" режима.

Кнопку SB2 и светодиоды HL1, HL2 используют при копировании и записи

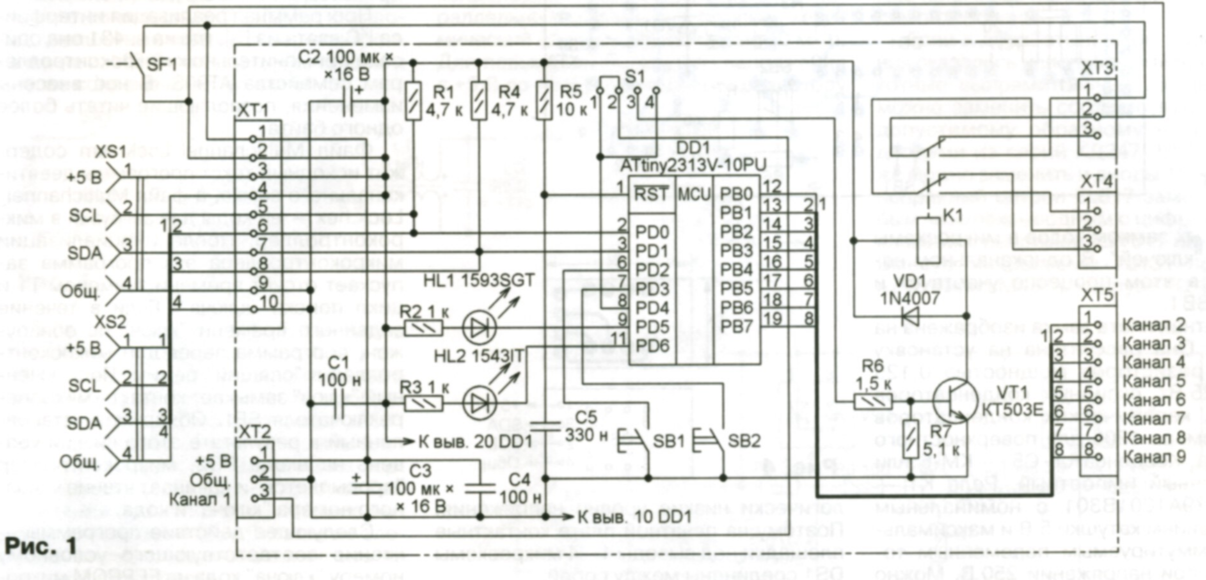


Рис. 1

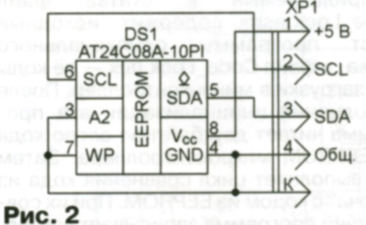
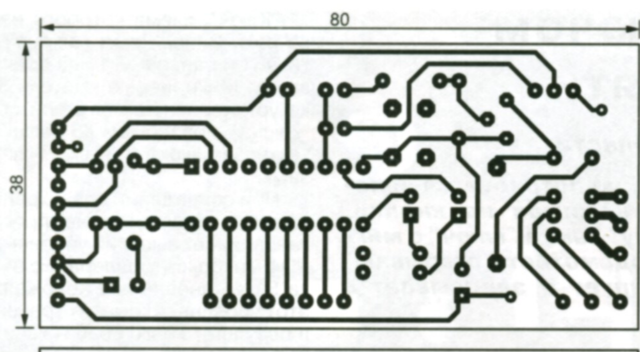
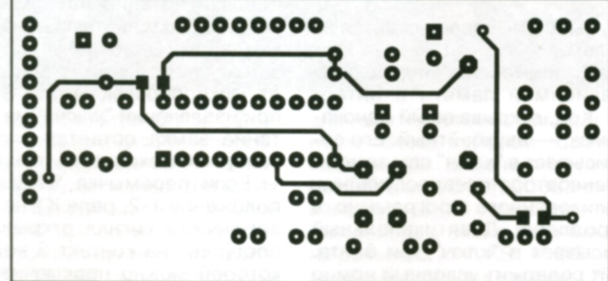


Рис. 2





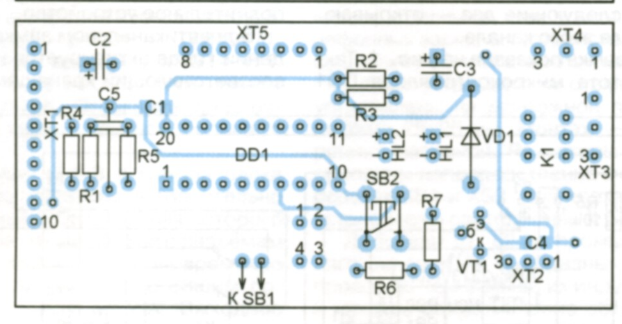


Рис. 3

созданных замком кодов в микросхемы памяти "ключей". В одноканальном варианте в этом процессе участвует и кнопка SB1.

Печатная плата замка изображена на **рис. 3**. Она рассчитана на установку любых резисторов мощностью 0,125 или 0,25 Вт, оксидных конденсаторов "TREC", керамических конденсаторов типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Конденсатор C5 — КМ-6 или аналогичный импортный. Реле K1 — P2V23079A1001B301 с номинальным напряжением катушки 5 В и максимальным коммутируемым переменным током 2 А при напряжении 250 В. Можно использовать реле с катушкой и на более высокое напряжение, подав его от отдельного источника.

Для микроконтроллера DD1 на плате установлена двадцатигнёздная DIP-панель. Вместо микроконтроллера ATtiny2313V-10PU можно применить ATtiny2313-20PU.

Розетки XS1 и XS2 — USB-AF. Вилка XP1 "ключа" — USB-AM. На ней закреплена изображённая на **рис. 4** печатная плата с микросхемой DS1.

Микросхему AT24C08A-10PI можно заменить на другую серии 24C или 24LC с последующими цифрами: 01, 02, 04 или 08, например, 24LC01B-I/P. Эти микросхемы имеют разное число выведенных на выводы 1—3 адресных входов. Но на все эти входы в рассматриваемом устройстве следует подавать

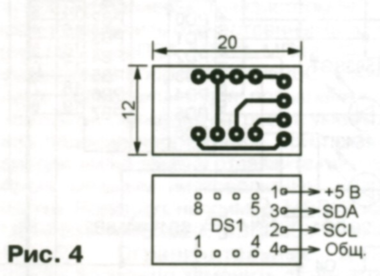


Рис. 4

логически низкие уровни напряжения. Поэтому на печатной плате контактные площадки под выводы 1—4 микросхемы DS1 соединены между собой.

Прилагаемый к статье файл Code_Lock.asm содержит исходный текст программы одноканального замка, а файл Code_Lock.hex — её коды для загрузки в микроконтроллер. После выполнения инициализации эта программа читает двухбайтное слово кода из EEPROM микроконтроллера. Затем она выполняет цикл сравнения кода из "ключа" с кодом из EEPROM. При их совпадении программа записывает логическую 1 в четвёртый разряд выходного регистра порта D, чем открывает замок. Затем она ждёт извлечения "ключа" из разъёма (признак этого — несовпадение кодов), после чего запускает отсчёт времени удержания замка открытым. По завершении отсчёта заданного времени программа обнуляет четвёртый разряд выходного регистра порта D, а реле K1 не только размыкает цепь электромагнита, но и выключает питание замка до повторного присоединения к нему "ключа".

При записи или копировании кода в "ключ" программа переходит к выполнению соответствующей подпрограммы. Запись она выполняет в два этапа. Сначала записывает в микросхему памяти "пустое" слово $0000, а затем — двухбайтный код. Это позволяет добиться уверенной записи кода без многократного повторения процесса записи.

В программе предусмотрено формирование двух интервалов времени. Первый интервал длительностью около 0,5 с использован в процедуре подавления дребезга контактов кнопок. Второй интервал длительностью около 5 с — продолжительность удержания замка открытым после извлечения "ключа". В формировании обоих интервалов участвует таймер T0 микроконтроллера, генерирующий запросы прерывания с периодом 0,0327 с.

Подпрограмма генератора псевдослучайных чисел описана в [2, с. 124]. Первое число в их последовательности программа читает при каждом запуске из ячейки по адресу 2 в EEPROM микроконтроллера. Если содержимое EEPROM было стёрто, а запись в него ещё не производилась, это будет число 255.

Программная реализация интерфейса I^2C взята из [3], где на с. 431 она описана применительно к микроконтроллерам семейства AT90S. В неё внесены изменения, позволяющие читать более одного байта.

Файл Multichannel_Lock.asm содержит исходный текст программы девятиканального замка, а файл Multichannel_Lock.hex — её коды для загрузки в микроконтроллер. После инициализации микроконтроллера эта программа запускает отсчёт времени таймером T1 и цикл поиска "ключа". Если в течение заданного времени "ключ" не обнаружен, программа переводит микроконтроллер в "спящий" режим. Подключённый "ключ" замыкает контакты микропереключателя SF1. Обнаружив установленный в результате этого низкий уровень на входе PD2, микроконтроллер "просыпается" и начинает чтение условного номера "ключа" и кода.

Следующее действие программы — чтение соответствующего условному номеру "ключа" кода из EEPROM микроконтроллера. Далее идёт проверка кодов на совпадение и выбор соответствующего "ключу" выходного канала. При положительном результате сравнения замок открывается. После извлечения "ключа" из разъёма следует выдержка длительностью 5 с. По её истечении программа устанавливает низкие уровни на всех выходах замка, запускает таймер T1 и, отсчитав заданное время, переводит микроконтроллер в "спящий" режим.

Время до "засыпания" микроконтроллера задано в программе константами Time1L, Time1H и NumCyc. Если Time1L=Time1H=0 и NumCyc=1, длительность выдержки будет равна 8,4 с. Уменьшить её можно, присвоив константам Time1L и Time1H значения, отличные от нуля, а увеличить — присвоить боль-

шее значение константе NumCyc. Например, при NumCyc=2 выдержка удвоится и станет равной 16,8 с.

Конфигурация микроконтроллера для обоих вариантов программы должна быть следующей:

EESAVE=0;
BODLEVEL=100;
CKSEL=0100;
SUT=00.

При исправных деталях и безошибочном монтаже устройство не требует налаживания. Нормальное функционирование одноканального замка проверяют до его монтажа на объекте записью кода в "ключ" или в несколько "ключей". Для этого "ключ" вставляют в розетку замка. При нажатии на кнопку SB2 должен включиться светодиод HL2. Программный генератор псевдослучайных чисел создаёт код, затем программа записывает этот код в микросхему памяти "ключа", в ОЗУ и в EEPROM микроконтроллера. В следующие "ключи" при нажатии на кнопку SB2 программа запишет код из ОЗУ микроконтроллера, не запуская генератор псевдослучайных чисел. После записи кода в первый "ключ" светодиод HL2 остаётся включённым, а после записи в следующие "ключи" он по окончании записи гаснет.

Во избежание случайного изменения кода кнопка SB2 установлена на печатной плате замка, доступ к которой должен быть ограничен. Если для записи и копирования кода "ключи" вставляют в розетку XS2, микропереключатель SF1 необходимо заблокировать в нажатом состоянии, чтобы подать на замок напряжение питания.

Записав код в один или несколько "ключей", проверяют работу замка в целом. Для проверки выключают питание замка. При его включении и присоединении содержащего правильный код "ключа" реле K1 должно сработать. Оно должно отпустить якорь через 5 с после извлечения "ключа".

Для копирования кода в дополнительный "ключ" предназначена кнопка SB1. Новый "ключ" присоединяют к замку и нажимают на эту кнопку. При этом включается светодиод HL1, код извлекается из EEPROM микроконтроллера и записывается в "ключ". Содержимое EEPROM остаётся прежним. Питание не выключают, пока код не будет записан во все необходимые "ключи".

Запись кодов в "ключи" для девятиканального замка производят в следующем порядке. "Ключ" присоединяют к замку. При нажатии на кнопку SB2 включаются светодиоды HL1 и HL2, а генератор псевдослучайных чисел создаёт код, который и будет записан в микросхему памяти, ОЗУ и EEPROM микроконтроллера. Вместе с кодом записывается и номер канала замка, к которому он относится.

Светодиод HL2 гаснет при выходе из подпрограммы записи, а светодиод HL1 — после записи кода в "ключи" всех каналов. Число рабочих каналов девятиканального замка задано в программе константой QuanCH, значение которой должно быть втрое больше этого числа. Каналы замка активируются через 5 с после записи кода в "ключ", что позволяет проверить соответствие канала и кода ключу. Во время записи кодов в "ключи" таймер T1 не работает.

Коды во все необходимые "ключи" записывают в едином цикле, т. е. без выключения питания или аппаратной установки микроконтроллера в исходное состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Шишкин С.** Семиканальный электронный ключ. — Радио, 2015, № 2, с. 39, 40.
2. **Мортон Д.** Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. — М.: Додэка-XXI, 2006.
3. **Трамперт В.** AVR-RISC микроконтроллеры. — Киев: Микроконтроллер-Пресс, 2006.

***От редакции**. Программы микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/Locks.zip** на нашем FTP-сервере.*

12-канальный фазовый регулятор мощности

С. ШИШКИН, г. Саров Нижегородской обл.

В статье описан многоканальный фазовый регулятор на базе восьмиразрядных микроконтроллеров AT89C4051-24PU. В состав устройства входят блок коммутации и шесть фазовых регуляторов, каждый из которых способен управлять двумя нагрузками мощностью по 1,15 кВт (ограничена возможностями применённых сетевых фильтров). Кроме того, в каждом из сдвоенных регуляторов имеются часы реального времени. Устройство выполнено на доступной элементной базе и может быть повторено радиолюбителями средней квалификации.

Структурная схема 12-канального фазового регулятора представлена на **рис. 1**. Здесь A1—A6 — идентичные по схеме, конструкции и алгоритму работы двухканальные фазовые регуляторы мощности; S1 — блок коммутации, с помощью которого осуществляется регулирование мощности, установка текущего времени и времени срабатывания двух будильников. Принципиальная схема одного двухканального регулятора мощности представлена на **рис. 2**, а блока коммутации — на **рис. 3**.

Розетки XS1-1—XS1-6 блока коммутации предназначены для подключения вилок XP4 регуляторов 1—6. В каждом регуляторе имеются два независимых один от другого фазовых регулятора и, кроме того, реализованы функции электронных часов. Подробно о регуляторе и его функциях будет рассказано ниже.

Переключатель SA1 блока коммутации имеет шесть положений. Если он установлен в положение "1", то кнопки



Рис. 1

SB1—SB4 подключены к регулятору 1 и можно задать параметры для этого регулятора. Соответственно, если он установлен в положение "2", можно задать параметры для регулятора 2 и т. д.

Рассмотрим подробно работу регулятора 1 (SA1 — в положении "1"). В устройстве реализованы следующие функции:

— два независимых канала фазоимпульсного регулирования;

— индикация текущего времени в 24-часовом формате на четырёхразрядном дисплее в режиме часы—минуты (режим "Часы 2");

— установка текущего времени и его корректировка;

— работа в режиме минуты—секунды (режим "Часы 1");

— два будильника, в моменты срабатывания которых включаются нагрузки, подключённые соответственно к соединителям XP5 и XP6 (телевизор, радиоприёмник, электронагреватель и др.), и на 10 с прерывистая световая и звуковая сигнализация с частотой повторения 1 Гц;

— подача короткого (длительностью 1 с) звукового бип-сигнала в начале каждого часа и принудительное отключение кнопкой световой и звуковой сигнализации в момент срабатывания будильника.

Соответственно предусмотрены шесть режимов работы: "Часы 1", "Часы 2", "Регулятор 1", "Регулятор 2", "Будильник 1" и "Будильник 2". Два независимых регулятора мощности собраны соответственно на симисторах VS1 и VS2. Регулирование мощности осуществляется фазоимпульсным управлением симисторами. Интервал регулирования выходной мощности каждого канала задаётся в относительных единицах от 0 до 99. Конечно, регуляторы с фазоимпульсным

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2015

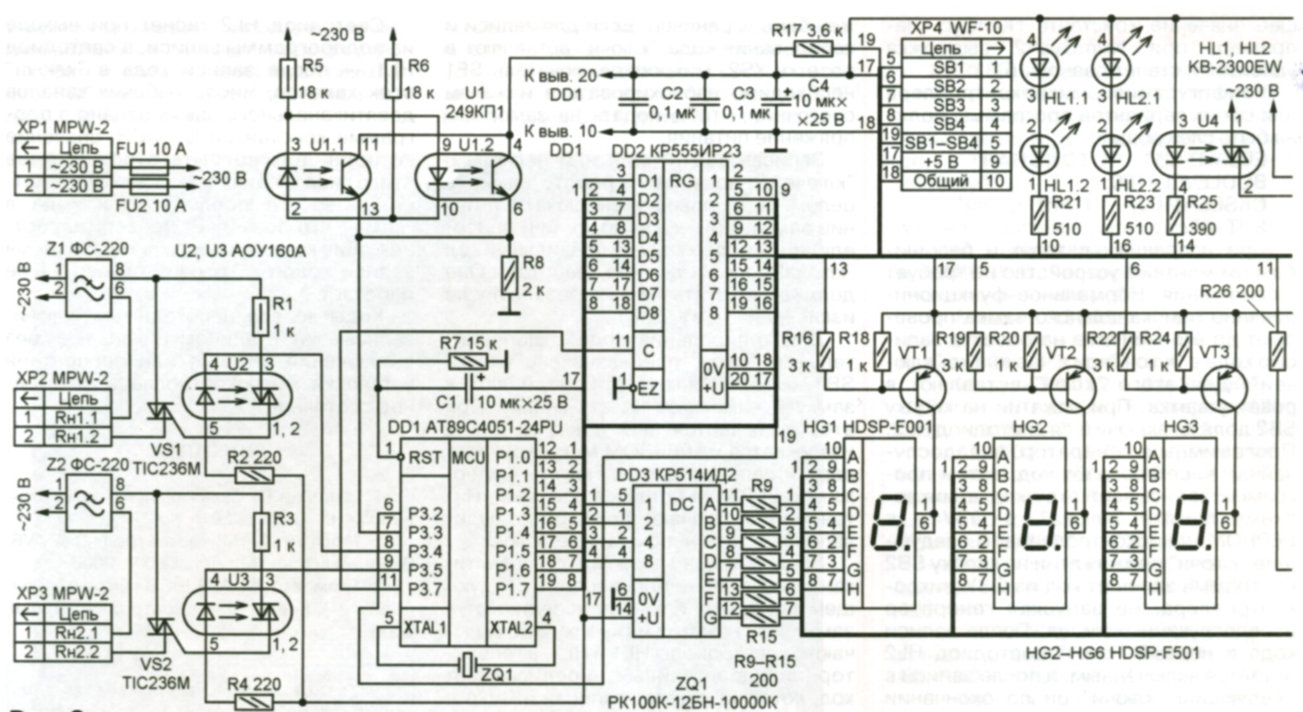


Рис. 2

управлением создают помехи, но они просты в реализации и позволяют регулировать мощность таких нагрузок, как, например, лампы накаливания, нагреватели, асинхронные электродвигатели переменного тока и т. п.

В интерфейс регулятора входят кнопки SB1—SB4 (рис. 3), светодиодные полосы HL1, HL2 и дисплей из шести цифровых семиэлементных индикаторов HG1—HG6 (см. рис. 2). Назначение кнопок следующее:

SB1 ("Р" — "Режим") — выбор режима работы устройства в замкнутом цикле ("Часы 1"—"Часы 2"—"Регулятор 1"—"Регулятор 2"—"Будильник 1"—"Будильник 2"—"Часы 1" и т. д.). После подачи питания устройство устанавливается в режим "Часы 1", каждое нажатие кнопки переводит его в следующий режим;

SB2 ("▲" — "Больше") — увеличение на единицу значения каждого разряда при установке времени в режимах "Часы 1", "Часы 2", а также времени включения будильников в режимах "Будильник 1", "Будильник 2" и увеличение значения мощности в режимах "Регулятор 1", "Регулятор 2"; нажатие на данную кнопку увеличивает на единицу выбранный разряд во всех режимах; принудительное выключение звукового и светового сигналов при включении будильников (выполняется только в режимах "Часы 1", "Часы 2", "Будильник 1", "Будильник 2");

SB3 ("▼" — "Меньше") — уменьшение значения выходной мощности регуляторов в режимах "Регулятор 1", "Регулятор 2" (каждое нажатие на данную кнопку уменьшает на единицу выбранный разряд в указанных режимах);

SB4 ("В" — "Выбор") — выбор разряда при установке текущих значений во всех указанных режимах (в выбранном разряде включается децимальная точка h). При первом нажатии на кнопку точка h включается у первого разряда (индикатор HG6), при втором — у второго (индикатор HG5) и т. д.

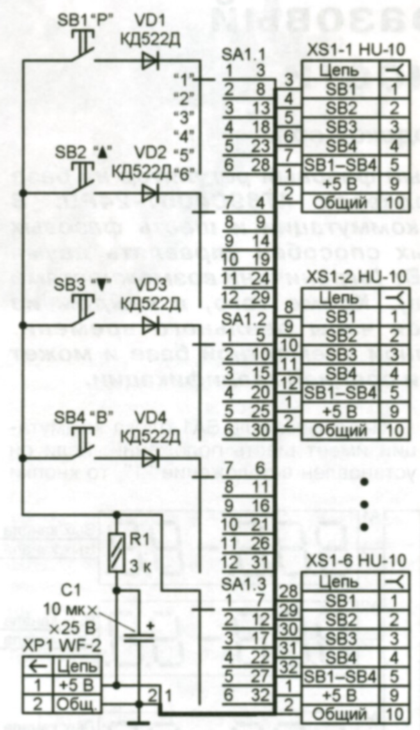


Рис. 3

В любом режиме работы устройства каждая кнопка выполняет только одну функцию (кроме выключения звукового и светового сигналов при включении будильников). Разряды индикации интерфейса имеют следующее назначение (справа—налево по рис. 2):

1-й разряд (индикатор HG6) отображает единицы минут в режимах "Часы 2" и "Будильник 1", "Будильник 2", единицы секунд — в режиме "Часы 1", младший разряд задаваемого значения мощности регуляторов — в режимах "Регулятор 1" и "Регулятор 2";

2-й разряд (индикатор HG5) — десятки минут в режимах "Часы 2" и "Будильник 1", "Будильник 2", десятки секунд в режиме "Часы 1", старший разряд задаваемого значения мощности регуляторов — в режимах "Регулятор 1" и "Регулятор 2";

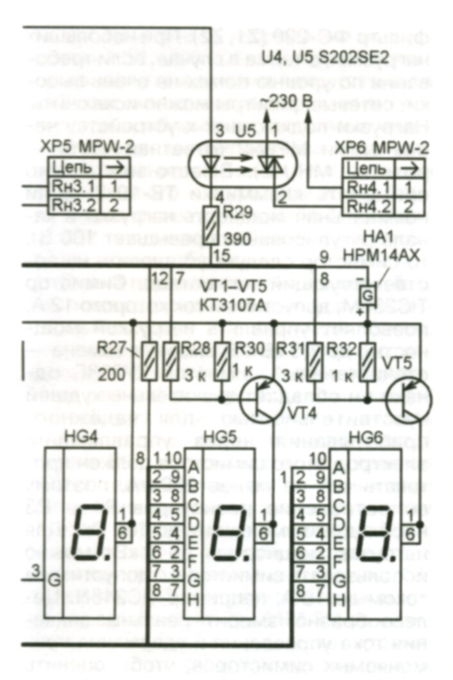
3-й разряд (индикатор HG4) — дефис (элемент g) с периодом включения 1 с в режимах "Часы 1" и "Часы 2"; в режимах "Регулятор 1" и "Регулятор 2" этот элемент погашен, а в режимах "Будильник 1" и "Будильник 2" постоянно включён;

4-й разряд (индикатор HG3) — единицы часов в режимах "Часы 2", "Будильник 1" и "Будильник 2", единицы минут — в режиме "Часы 1"; в режимах "Регулятор 1" и "Регулятор 2" этот разряд гасится;

5-й разряд (индикатор HG2) — десятки часов в режимах "Часы 2" и "Будильник 1", "Будильник 2", десятки минут в режиме "Часы 1"; в режимах "Регулятор 1" и "Регулятор 2" разряд гасится;

6-й разряд (индикатор HG1) — текущий режим работы устройства: в режиме "Часы 1" на нём индицируется 0, в режиме "Часы 2" — 1, в режимах "Регулятор 1", "Регулятор 2", "Будильник 1", "Будильник 2" — соответственно 2, 3, 4 и 5.

После включения питания устройство переходит в режим "Часы 1". Чтобы установить текущее время, необходимо нажатием на кнопку SB1 войти в режим "Часы 2" (на индикаторе HG1 должна появиться цифра 1), после чего однократно нажать на кнопку SB4. При этом будет выбран разряд единиц минут (начнёт светиться точка h у индикатора HG6).



Требуемое значение разряда устанавливают кнопками SB2 и SB3. При следующем нажатии на SB4 выбирается разряд десятков минут (точка h включается у индикатора HG5) и т. д. После установки значения в разряде десятков часов (индикатор HG2) нажимают на кнопку SB4 ещё раз, разрешая тем самым счёт времени.

Для установки значения мощности в канале 1 необходимо кнопкой SB1 выбрать режим работы "Регулятор 1" (на индикаторе HG1 должна светиться цифра 2). Затем кнопкой SB4 выбрать разряд и кнопками SB2 ("Больше") и SB3 ("Меньше") установить требуемое значение мощности.

При установке времени в режиме "Часы 2" отсчёт текущего времени запрещается, во всех остальных режимах он разрешён. После установки времени будильников 1 и 2 (закончен перебор разрядов кнопкой SB4) зажигаются соответственно световые полосы HL1 и HL2. Светящаяся полоса сигнализирует о том, что установленное время будильника записано в память микроконтроллера (при необходимости его можно перепрограммировать). При совпадении текущего времени с установленным временем в режимах "Будильник 1" и "Будильник 2" на 10 с включается прерывистая звуковая (HA1) и световая (HL1) сигнализация с интервалами включения и выключения 0,5 с. По окончании этого времени включённая световая полоса HL1 гаснет.

Рассмотрим основные функциональные узлы регулятора 1 (см. рис. 2). Его основа — микроконтроллер DD1, рабочая частота которого задана генератором с внешним кварцевым резонатором ZQ1 на 10 МГц. На транзисторных оптронах сборки U1 собран датчик сетевого напряжения. Он отслеживает моменты перехода сетевого напряжения через нуль. Выходное напряжение датчика с резистора R8 поступает на вывод 7 микроконтроллера. Канал регулирования мощности 1 собран на симисторе VS1 и оптроне U2 и управляется сигналом с вывода 8 DD1. Нагрузку подключают к соединителю XP2. Второй канал собран на симисторе VS2 и оптроне U3 и управляется сигналом с вывода 9 микроконтроллера. Нагрузку подключают к соединителю XP3. Для уменьшения уровня создаваемых регуляторами помех они включены в сеть через сетевые фильтры Z1 и Z2.

Динамическая индикация выполнена на микросхемах DD2, DD3, транзисторах VT1—VT5 и цифровых семиэлементных индикаторах HG1—HG6. Регистр DD2 служит для увеличения числа линий портов микроконтроллера и управляет внутренними исполнительными устройствами: звуковой и световой сигнализацией (соответственно пьезоэлектрическим излучателем HA1 и световыми полосами HL1 и HL2), симисторными оптронами U4, U5, а также разрядом на индикаторе HG1. Резисторы R9—R15 ограничивают ток через элементы цифровых индикаторов.

Сигнал с выхода 3 (вывод 6) регистра DD2 через резистор R26 периодически (с периодом 1 с) включает и выключает элемент g индикатора HG4 в режимах "Часы 1" и "Часы 2". Сигнал с выхода 4 (вывод 9) регистра DD2 через резистор

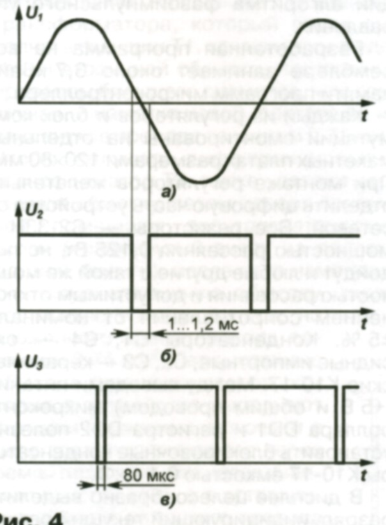


Рис. 4

R27 включает точку h в одном из выбранных индикаторов HG2, HG3, HG5, HG6. Цифровая часть устройства гальванически развязана от сети.

Программа микроконтроллера управляет работой электронных часов и обеспечивает реализацию фазоимпульсного управления симисторными регуляторами мощности. Основная задача "часовой" части программы — формирование точных временных интервалов длительностью 1 с — решена с помощью прерываний от таймера TF0. В цикле подпрограммы обработки прерывания таймера TF0 через каждые 80 мкс микроконтроллер опрашивает состояние вывода 7. Счётчики на регистрах R4, R6 подсчитывают число прерываний, и когда оно становится равным определённому значению, текущее время увеличивается на секунду. Корректировка текущего времени происходит каждый час. В данном устройстве за сутки часы отстают примерно на 6 с, в быту это вполне приемлемо. Прерывания от таймера TF0 обеспечивают и динамическую индикацию.

Назовём условно байты, которые микроконтроллер периодически (с периодом 3 мс) записывает в свой порт P1 и синхронный регистр DD2 соответственно байтами индикации и состояния. Младшая тетрада байта индикации поступает на вход дешифратора DD3 и определяет значение разряда, а разряды старшей тетрады через транзисторы VT2—VT5 управляют индикаторами HG2, HG3, HG5, HG6 в динамической индикации. Транзистор VT1 и соответственно индикатор HG1 управляются сигналом с вывода 12 регистра DD2. В режимах "Регулятор 1" и "Регулятор 2" индикаторы HG2 и HG3 гасятся. Для гашения индикатора необходимо, чтобы в младшей тетраде байта индикации присутствовал код F.

Уровень лог. 0 на выводе 16 микроконтроллера открывает транзистор VT2 и включает индикатор HG2, сигнал такого же уровня на выводе 17 открывает транзистор VT3 и включает индикатор HG3 и т. д. Младшая тетрада представляет собой двоично-кодированное десятичное число и через дешифратор DD3 управляет элементами всех индикаторов, кроме HG4. С включением индикаторов HG2, HG3, HG5, HG6 микроконтроллер опрашивает состояние своего входа INTO (P3.2; вывод 6 DD1). При любой нажатой кнопке SB1—SB4 на этом входе с включением указанных индикаторов присутствует низкий уровень. Таким образом, каждая кнопка блока коммутации "привязана" к "своему" разряду в старшей тетраде байта индикации.

Алгоритм работы программы фазоимпульсного регулятора рассмотрим на примере канала 1. Осциллограммы, поясняющие работу регулятора, приведены на **рис. 4**. В каждом полупериоде сетевого напряжения (рис. 4,а) микроконтроллер запускающим импульсом с вывода 8 длительностью 80 мкс (рис. 4,в) включает симистор VS1 через оптрон U2. Значение мощности в нагрузке, подключённой к соединителю XP2, зависит от того, как долго симистор включён в течение каждого полупериода сетевого напряжения. Для того чтобы значение мощности в нагрузке увеличивалось с увеличением значения задаваемой мощности на индикаторе устройства, а также для получения дискретности регулирования, равной 1 %, необходимо, чтобы импульс включения симистора смещался (справа—налево по рис. 4,б) с шагом 100 мкс с момента прохождения сетевого напряжения через нуль при увеличении на единицу значения задаваемой мощности на индикаторе устройства.

Запускающий импульс подаётся с некоторой задержкой относительно момента прохождения сетевого напряжения через "нуль". Моменту перехода соответствует лог. 0 на выводе 7 микроконтроллера (рис. 4,б). Время задержки

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 608-28-38 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 11, 2015

определяется числом на индикаторе устройства в режиме "Регулятор 1", которое может принимать значение от 0 до 99. Подпрограмма преобразует данное двухразрядное двоично-десятичное число в однобайтное двоичное. Это число загружается в счётчик (регистр R7), который реализует временную задержку. Как уже упоминалось, микроконтроллер опрашивает выход датчика сети каждые 80 мкс. В момент прохождения сетевого напряжения через нуль и происходит запуск счётчика. При изменении кнопкой индицируемого на индикаторе числа в режиме "Регулятор 1" изменяется время задержки включения управляющего импульса на включение симистора VS1. То есть меняются момент включения симистора в каждом полупериоде сетевого напряжения и эффективное напряжение на нагрузке, подключённой к соединителю XP2. Аналогично работает второй канал устройства, регулирующий мощность в нагрузке, подключённой к соединителю XP3.

Угол регулирования симистора в зависимости от тока нагрузки неодинаковый. Реально в устройстве интервал регулирования мощности 100-ваттной лампы накаливания по индикатору составляет от 18 до 97. Иными словами, можно задать 79 уровней яркости. Это необходимо в тех случаях, когда лампа используется в качестве нагревательного элемента. Для более быстрого изменения яркости (для освещения, как показывает практика, такого большого числа уровней не нужно) можно изменять только старший разряд относительного диапазона регулирования задаваемой мощности.

Коротко о программе. В памяти данных микроконтроллера с адреса 2BH по 48H организован буфер отображения для динамической индикации. Младшая тетрада каждого байта в буфере отображения представляет собой двоично-кодированное десятичное число, которое определяет значение разряда, а старшая тетрада определяет номер разряда в динамической индикации. Таким образом, в каждом байте буфера определено значение числа и его место при выводе на индикацию. По своему функциональному назначению в зависимости от режима работы устройства адресное пространство буфера разбито на шесть функциональных групп:

2BH—2FH — адреса, где хранится текущее время в минутах и секундах (адреса выводятся на индикацию в режиме "Часы 1");

30H—34H — адреса, где хранится текущее время в часах и минутах (выводятся на индикацию в режиме "Часы 2");

35H—39H — область хранения заданного значения регулируемой мощности канала регулирования 1 (эти адреса выводятся на индикацию в режиме "Регулятор 1");

3AH—3EH — область хранения заданного значения регулируемой мощности канала регулирования 2 (адреса выводятся на индикацию в режиме "Регулятор 2");

3FH—43H — область хранения времени включения "Будильника 1" (адреса выводятся на индикацию в режиме "Будильник 1");

44H—48H — область хранения времени включения "Будильника 2" (адреса выводятся на индикацию в режиме "Будильник 2").

Каждый байт из функциональной группы цикла в подпрограмме обработки прерывания таймера TF0 выводится в порт P1 микроконтроллера DD1. Старшая тетрада байта индикации представляет собой код "бегущий ноль". Таким образом, записывая в цикле поочерёдно в порт P1 байты из функциональной группы буфера, мы получаем режим динамической индикации. После записи байта индикации в порт P1 начинается опрос кнопок. Нажатием на кнопку SB1 единица в регистре R2 сдвигается влево и тем самым задаётся один из вышеуказанных пяти режимов работы. В регистр R0 записывается первый адрес функциональных групп. Через каждые 3 мс в подпрограмме обработки прерывания регистр R0 инкрементируется.

В основной программе происходят счёт и коррекция текущего времени, установка времени включения будильников, сравнение текущего времени с временем будильника, включение световых и звуковых сигналов, перевод двухразрядного двоично-десятичного числа (значение уровня задаваемой мощности на индикаторе устройства) в режимах "Регулятор 1" и "Регулятор 2" в однобайтное двоичное для реализации алгоритма фазоимпульсного управления.

Разработанная программа на ассемблере занимает около 3,7 кБайт памяти программ микроконтроллера.

Каждый из регуляторов и блок коммутации смонтированы на отдельных макетных платах размерами 120×80 мм. При монтаже регуляторов желательно отделить цифровую часть устройства от сетевой. Все резисторы — С2-33Н с мощностью рассеяния 0,125 Вт, но подойдут и любые другие с такой же мощностью рассеяния и допустимым отклонением сопротивления от номинала ±5 %. Конденсаторы C1, C4 — оксидные импортные, C2, C3 — керамические К10-17. Между выводами питания (+5 В и общим проводом) микроконтроллера DD1 и регистра DD2 полезно установить блокировочные конденсаторы К10-17 ёмкостью 0,1 мкФ.

В дисплее целесообразно выделить разряд, индицирующий текущий режим работы устройства (индикатор HG1), на фоне остальных разрядов. Поэтому для данного разряда выбран семиэлементный индикатор красного цвета свечения HDSP-F001 (подойдёт HDSP-F151); индикаторы HG2—HG6 — зелёного цвета свечения HDSP-F501 (подойдут любые другие с общим анодом и приемлемой яркостью свечения). В индикаторе HG4 для формирования знака "-" используется только сегмент g. Ток через элементы индикаторов определяется нагрузочной способностью дешифратора DD3. Для КР514ИД2 максимально допустимый ток каждого выхода — 22 мА. Световые полосы HL1, HL2 — KB-2300EW красного цвета свечения.

Ток через каждый канал регулирования мощности ограничен предельно допустимым током 5 А через сетевой фильтр ФС-220 (Z1, Z2). При небольших нагрузках, а также в случае, если требования по уровню помех не очень высоки, сетевые фильтры можно исключить. Нагрузки подключают к устройству через вилки MPW-2 (ответная часть — розетки MHU-2). Вместо них можно применить клеммники ТВ-10-2. Если номинальная мощность нагрузки в канале регулирования превышает 100 Вт, то симистор следует установить на соответствующий теплоотвод. Симистор TIC236M, допустимый ток которого 12 А, позволяет управлять нагрузкой мощностью до 1,5 кВт. Возможная замена — отечественный симистор КУ208Г, однако он обладает значительно худшей чувствительностью: для надёжного срабатывания через управляющий электрод этого симистора должен протекать ток не менее 250 мА, поэтому сопротивление резисторов R1 и R3 необходимо уменьшить до 100 Ом. Для нагрузок мощностью до 2 кВт можно использовать симисторы с допустимым током до 16 А, например TIC246N. Целесообразно измерить реальные значения тока управления и удержания применяемых симисторов, чтобы оценить пригодность симистора для работы с конкретной, особенно маломощной нагрузкой.

Применённые в устройстве симисторные оптроны S202SE2 фирмы SHARP (U4, U5) могут коммутировать ток до 8 А. Их включение происходит вблизи перехода сетевого напряжения через нуль. Возможно применение оптронов S202S02, а если коммутируемый ток в нагрузке не превышает 2 А, то и S202TO1. Потребление тока от источника питания напряжением 5 В в регуляторах мощности не превышает 80 мА.

Конденсатор C1 блока коммутации — оксидный импортный. Галетный переключатель SA1 — ПГ2-12-6П8Н (на шесть положений и восемь направлений). Кнопочные выключатели SB1—SB4 — ПКН125 или подобные.

В устройстве не предусмотрено никаких настроек и регулировок, и если монтаж выполнен правильно, а все детали исправны, то оно начинает работать сразу после включения напряжения питания. При проверке каналов регулирования мощности первое включение лучше сделать при небольшой нагрузке, например, с лампой накаливания мощностью 20...30 Вт. Целесообразно сначала проверить канал регулирования мощности 1, а затем 2. Для этого необходимо войти в режим "Регулятор 1" и, изменяя с клавиатуры уровень мощности по индикатору, проконтролировать изменение яркости свечения лампы. Если лампа вообще не включилась, то нужно проконтролировать сигнал с датчика сети (вывод 7 микроконтроллера DD1) — наличие импульсов с уровнем лог. 0 длительностью 1...1,2 мс и периодом 10 мс (рис. 4,б).

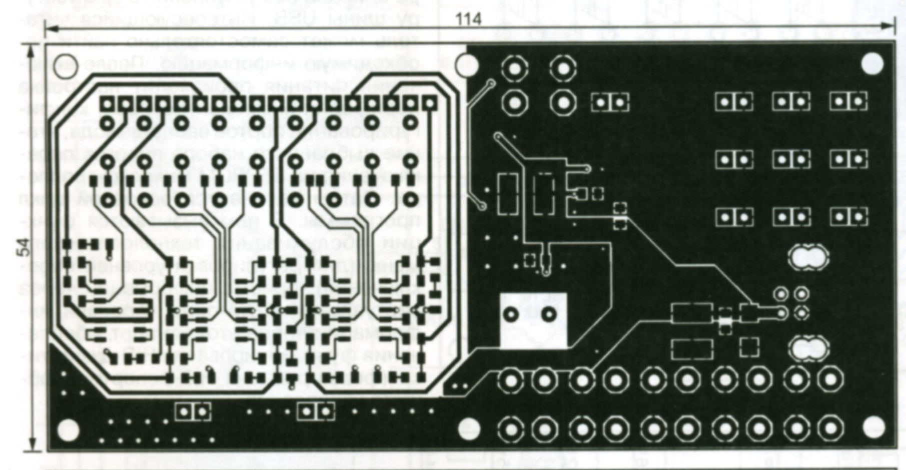
***От редакции**. Программа микроконтроллера 12-канального фазового регулятора мощности имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/freg12.zip** на нашем FTP-сервере.*

Танцевальная платформа для Dance Dance Revolution и Pump It Up

А. ГЕННО, г. Таганрог Ростовской обл.

Также следует уделить внимание выбору операционных усилителей DA1—DA3. Допустимые значения входного и выходного напряжений используемых ОУ должны быть ограничены только потенциалами плюса источника питания и общего провода (при использовании одного источника питания). Они должны обеспечивать скорость нарастания выходного напряжения не ниже 5 В/мкс, не самовозбуждаться при единичном коэффициенте усиления и способны работать на ёмкостную нагрузку. Во втором макете и в публикуемом варианте устройства использованы счетверённые ОУ AD8534ARZ [17], которые показали отличные результаты. В качестве их замены можно рекомендовать AD8608ARZ [18], AD8618ARZ [19], AD8648ARZ [20], MAX4234ASD [21], MAX4492ASD [22].

Хотелось бы обратить внимание читателей, что на выходах повторителей для уменьшения колебательного характера переходных процессов при работе на ёмкостную нагрузку установлены демпфирующие цепи R3C2, R7C4, R11C6, R15C8, R19C10, R23C12, R27C14, R31C16 и R35C18. С той же целью предусмотрена возможность установки последовательно с выходами ОУ низкоомных резисторов. В случае применения микросхем AD8534ARZ, для которых они не нужны, на предусмотренные для этих резисторов на печатной плате места устанавливают чип-перемычки. Не требуются для этих микросхем и демпфирующие цепи, места для элементов которых оставляют свободными. Однако при использовании других ОУ нельзя исключать вероятность того, что все эти детали придётся установить.



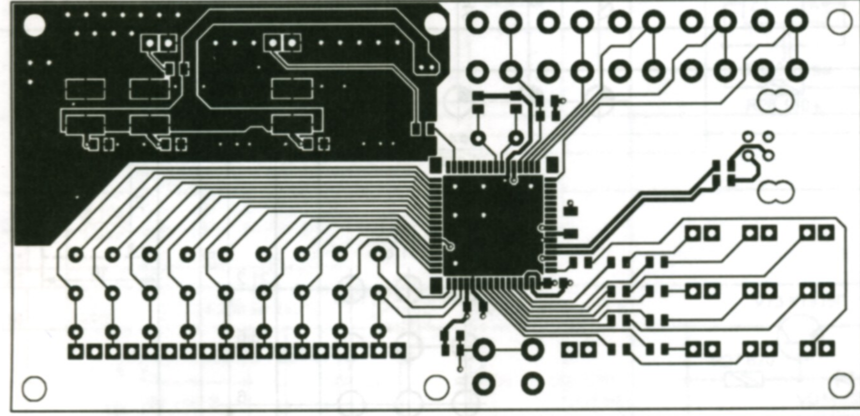


Рис. 4

Все светодиоды — обычные малогабаритные в корпусе диаметром 3 мм зелёного цвета свечения (HL2 — красного). Кнопки SB1 и SB2 — 0643 с высотой толкателя 4,3 мм, SB3—SB6 — 0617 с высотой толкателя 17 мм [23]. Разница в высоте толкателей связана с тем, что кнопки SB1 и SB2 используются только при программировании микроконтроллера, поэтому их толкатели на лицевую панель не выводятся.

В качестве XP1 и XP2 применены отрезки угловых штыревых колодок PBS-R. XS1 — розетка USB-BF.

Модуль микроконтроллера собран на двухсторонней печатной плате размерами 114×54 мм, чертёж печатных проводников которой показан на **рис. 4**, а расположение деталей — на **рис. 5**. Несколько слов об изготовлении печатной платы. Ввиду её относительно небольших габаритов печатный монтаж получился довольно плотным. Использованы печатные проводники и зазоры между ними минимальной шириной 0,3 мм, а также большое число переходных отверстий.

Успешно изготовить такую плату популярным методом теплового переноса рисунка проводников на фольгу, скорее всего, не удастся. Чтобы не увеличивать размеры печатной платы, я заказал её изготовление компании, специализирующейся на этом, предоставив ей необходимые файлы в формате Gerber.

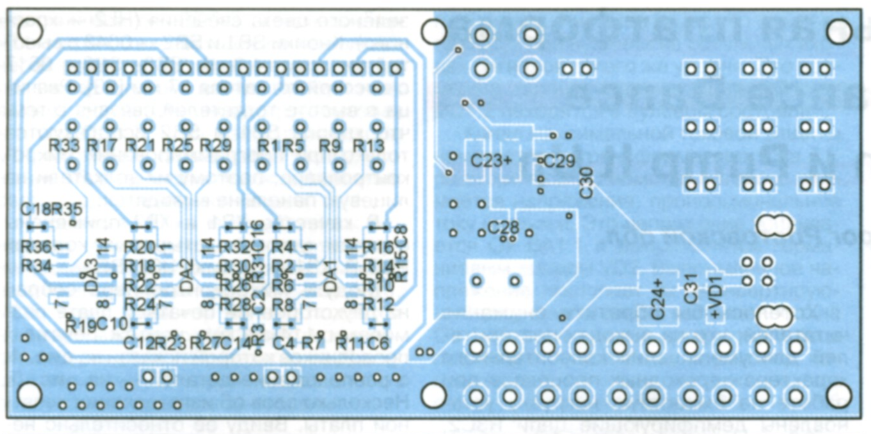
Печатная плата помещена в пластмассовый корпус 20-37 белого цвета [24]. Его верхнюю крышку необходимо доработать в соответствии с **рис. 6**, сделав в ней отверстия для светодиодов, кнопок и вырезы для доступа к разъёмам XP1, XP2 и XS1. Плата закреплена на нижней крышке корпуса так, чтобы после его сборки толкатели кнопок SB3—SB6 выступали над лицевой панелью примерно на 1 мм.

Основа программы микроконтроллера — USB-стек LUFA [25]. Он предназначен для работы на микроконтроллерах семейства AVR, имеющих аппаратный интерфейс USB, например, серии AT90USB [26]. По сравнению с использованным авторами конструкций [11, 12] популярным стеком V-USB [27] с программной реализацией обмена по USB и способным работать на микроконтроллерах, не имеющих встроенного интерфейса USB, стек LUFA требует значительно меньше процессорного времени, которое теперь расходуется в основном на опрос ёмкостных датчиков методом переноса заряда. Стек LUFA (как и V-USB) компилируют с помощью бесплатного компилятора WinAVR.

Как было отмечено выше, для оперативной установки уровней переключения индивидуально для каждого ёмкостного датчика потребовалось организовать интерфейс пользователя. Решение было подсмотрено у автора конструкции [10]. Устройство определяется на шине USB-2.0 как составное, состоящее из стандартного HID-джойстика и виртуального COM-порта. Но в отличие от [10], для установки уровней переключения на компьютере используется не специально разработанная программа, а обычная терминальная,

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2015, № 10

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



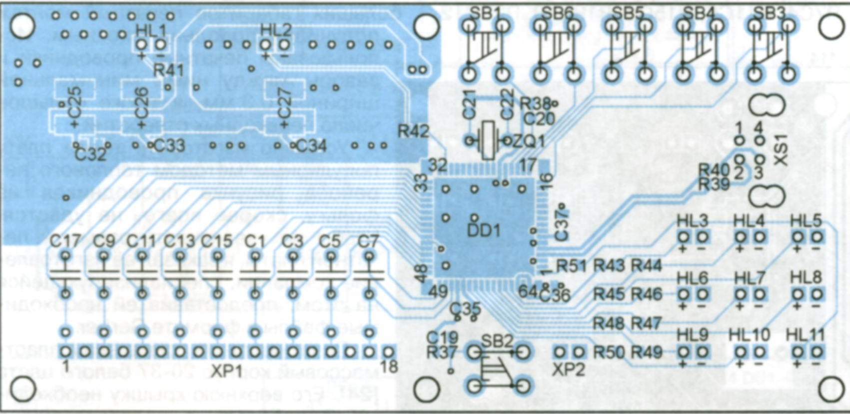


Рис. 5

работающая с COM-портом (в рассматриваемом случае виртуальным).

За основу были взяты предоставляемые в комплекте со стеком LUFA демонстрационные проекты "VirtualSerial Mouse" — виртуальный COM-порт и манипулятор "мышь" и "Joystick" — стандартный HID-джойстик. В проекте "VirtualSerialMouse" фрагменты программы, отвечающие за функционирование мыши, заменены соответствующими фрагментами из проекта "Joystick" (дескрипторы устройств, дескрипторы репортов, формирование репортов). В результате был получен проект "VirtualSerialJoystick" — составное устройство, состоящее из виртуального COM-порта и стандартного HID-джойстика.

Работа программы микроконтроллера описана без углубления в архитектуру шины USB. Интересующийся читатель может самостоятельно найти необходимую информацию. После включения питания происходит настройка периферии микроконтроллера, конфигурирование портов ввода-вывода, чтение выбранного набора порогов переключения из EEPROM микроконтроллера. Затем начинается основной цикл программы. В нём вызываются функции обслуживания технологического меню (для регулировки уровней переключения), приёма информации через виртуальный COM-порт, передачи информации через этот же порт, обеспечения функционирования HID-джойстика (формирования HID-репортов), общего управления.

Рис. 6

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

HID-репорты формируются каждые 16 мс. В течение этого времени происходит поочерёдный опрос девяти ёмкостных датчиков (время опроса одного датчика — 1,2 мс), сравнение результатов опроса с уровнями переключения, управление светодиодами HL3—HL11. Далее программа формирует информационные массивы для передачи по USB и выполняет саму передачу, затрачивая на это ещё около 5 мс.

Чтобы исключить взаимовлияние датчиков, был выбран их поочерёдный опрос. Во время опроса одного датчика, все выводы микроконтроллера, соединённые с другими датчиками, сконфигурированы как выходы и на них установлен высокий логический уровень.

При нажатии на кнопку SB6 "MODE" активизируется технологическое меню и начинается передача через виртуальный COM-порт информации в виде строк ASCII-символов. Эти строки будут отображены как текст в поле приёма терминальной программы, запущенной на компьютере и настроенной на работу с виртуальным COM-портом, созданным операционной системой для танцевальной платформы. Подробно о меню будет рассказано при описании процедуры регулировки порогов.

Отправление информации о состоянии датчиков и их порогах параллельно с HID-репортами приводит к нарушению циклограммы обмена. По этой причине при использовании контроллера для игры при включённом режиме работы с меню могут наблюдаться незначительные задержки срабатывания ёмкостных датчиков. Для регулировки порогов это вполне приемлемо, но играть в таком режиме не рекомендуется. Технологическое меню остаётся активным до переподключения контроллера к компьютеру.

Поскольку в модуле контроллера нет подстроечных и подборных элементов, он начинает работать сразу после подачи питания, если собран корректно. Микроконтроллер DD1 необходимо запрограммировать. Для этого используются тот же самый интерфейс USB-2.0 и программа FLIP [28]. Процесс программирования особенностей не имеет, останавливаться подробно на нём не будем. При подключении модуля к разъёму USB компьютера должен сразу загореться светодиод HL1.

Как было отмечено выше, в контроллер можно установить любой из микроконтроллеров AT90USB646-AU, AT90USB647-AU, AT90USB1286-AU или AT90USB1287-AU, загрузив в его память коды из соответствующего приложенного к статье HEX-файла. В имени нужного файла содержатся те же цифры, что и в названии микроконтроллера. Например, файл VirtualSerialJoystick_646.hex предназначен для микроконтроллера AT90USB646-AU.

Микроконтроллер необходимо перевести в режим программирования — удерживая нажатой кнопку SB2, нажать и отпустить кнопку SB1, а после этого отпустить кнопку SB2. Необходимо установить драйвер, который находится в одной папке с установленной программой FLIP. После успешного завершения процедуры программирования необходимо нажать на кнопку SB1 для выхода из режима программирования или выполнить переподключение контроллера к компьютеру.

После этого в операционной системе компьютера должны быть обнаружены два устройства:

"LUFA CDC and Joystick Demo" — джойстик (использует стандартные драйверы), который отображается в "Игровых устройствах" Windows XP и в "Устройствах и принтерах" Windows 7;

"LUFA CDC-ACM Virtual Serial Port" — виртуальный COM-порт, который отображается в "Диспетчере устройств". Для него необходимо установить драйвер, идущий в комплекте с исходным текстом программы микроконтроллера в папке Driver.

Если все драйверы установлены успешно, в системе должны присутствовать указанные устройства и при работе с ними не должно возникать конфликтов. Если инициализация прошла успешно, горит светодиод HL2.

Выбор области памяти в EEPROM, хранящей набор порогов датчиков, с которым предстоит дальнейшая работа, происходит с помощью нажатия и удержания кнопок SB3—SB6 и подключения контроллера в таком состоянии к компьютеру. Если при подключении ни одна из кнопок не нажата, будет выбран набор 0, при этом кратковременно вспыхнет светодиод HL3. При нажатии на кнопку SB6 будет выбран набор 1, о чём будет сигнализировать светодиод HL4, включённый, пока кнопка SB6 остаётся нажатой. Для продолжения работы контроллера кнопку нужно отпустить. Соответственно кнопка SB5 отвечает за выбор набора 2, SB4 — набора 3, SB3 — набора 4, о чём сигнализируют соответствующие светодиоды.

Для дальнейших манипуляций по настройке порогов переключения потребуется терминальная программа, работающая с последовательными портами. В Интернете подобных программ великое множество, но, на мой взгляд, одна из лучших — Docklight [29], обладающая очень богатым набором различных полезных функций. Программа платная, но для работы с платформой достаточно её демонстрационной версии.

Программу Docklight необходимо запускать после того, как контроллер платформы успешно подключён к компьютеру. В её основном рабочем окне нужно нажать на экранную кнопку Project Settings и выбрать в открывшемся окне из выпадающего списка нужный COM-порт. Часто бывает так, что при подключённом контроллере COM-порт виден в "Диспетчере устройств", а в выпадающем списке его нет. В этом случае номер COM-порта, найденный в "Диспетчере устройств", необходимо просто ввести с клавиатуры.

Следует установить скорость обмена 115200 бит/с, восемь информационных разрядов без контроля чётности и один стоповый разряд, после чего закрыть окно настроек, нажав на экранную кнопку "OK". В основном рабочем окне нажать на экранную кнопку "Start Communication". В поле приёма выбрать режим отображения "ASCII".

После нажатия на кнопку SB6 "MODE" в поле приёма терминала начнётся непрерывный вывод отчёта следующего содержания:

```
===============
Normal Operation
===============

CH[0] - CNT:128 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[1] - CNT:149 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[2] - CNT:139 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[3] - CNT:152 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[4] - CNT:163 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[5] - CNT:159 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[6] - CNT:161 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[7] - CNT:159 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
CH[8] - CNT:158 HL:999 LL:999 STATE:0 SLOT:0
```

Здесь CH[0]—CH[8] — номера датчиков; CNT — условное значение, прямо пропорциональное текущей ёмкости датчика; HL — верхний порог (при CNT > HL датчик считается "нажатым"); LL — нижний порог (при CNT < LL датчик "отпущен"); STATE — состояние датчика (1 — "нажат", 0 — "отпущен"); SLOT — номер выбранного при включении набора порогов. При необходимости вывод можно приостановить, нажав в главном окне программы Docklight на экранную кнопку "Stop Communication".

Программа микроконтроллера позволяет регулировать пороги в интервале 0—999. При первом включении, пока в EEPROM ничего не записано, значения всех порогов равны 999. Разность HL–LL — ширина зоны гистерезиса. Учтите, в программе микроконтроллера не предусмотрена защита от установки LL больше HL, при которой состояние датчика определяется некорректно.

Для выбора пунктов меню необходимо ещё раз нажать на кнопку SB6 "MODE". В поле приёма терминала появится сообщение

```
===============
Select Operation
===============

Press 'LOOP' Button to run Automatic Calibration!
Press 'MODE' Button to Select another Item!
```

Режим автоматической калибровки пока не реализован, есть только мысли по этому поводу, поэтому необходимо нажать на кнопку SB6 "MODE" ещё раз и наблюдать в поле приёма терминала сообщение

```
===============
Select Operation
===============

Press 'LOOP' Button to run Manual Calibration!
Press 'MODE' Button to Return to Normal Operation!
```

Теперь нужно нажать на кнопку SB3 "LOOP" для запуска ручной установки порогов переключения и наблюдать в поле приёма терминала сообщение

```
================
Manual Calibration
================

'LOOP' - Select Level
'+/-' - Modify Level
'MODE' - Return to Normal Operation

Channel [0] High Level Change
```

Кнопками SB5 "+" и SB4 "–" устанавливают верхний порог датчика 0. Поочерёдный перебор устанавливаемых порогов происходит с помощью кнопки SB3 "LOOP". Всякий раз при нажатии на неё формируется сообщение о том, какой порог будет изменяться. Например, для нижнего порога датчика 0 будет

сформировано сообщение

Channel [0] Low Level Change

Регулировку можно начинать со значений HL=220, LL=200.

Установив пороги переключения всех датчиков, следует нажать на кнопку SB6 "MODE". В поле приёма терминала будет выведено сообщение

All Levels Saved in EEPROM!
Return to Normal Operation!

Все пороги переключения будут записаны в соответствующую область памяти EEPROM, произойдёт переход к нормальному режиму работы, после чего будет продолжен вывод отчёта.

Прежде всего необходимо вырезать из гладкого с обеих сторон листа ДВП толщиной 3,5 мм квадрат со стороной 840 мм с "мансардой" для контроллера. В качестве проводящего материала для датчиков и их экранов использована алюминиевая лента шириной 50 мм с клейким слоем. Для облегчения её укладки в местах расположения каждого электрода начертите простым карандашом сетки по 5×5 квадратов со сторонами по 50 мм. В основании необходимо сделать два прямоугольных выреза размерами 60×6 мм для перехода алюминиевых лент-датчиков на другую сторону. Остальные семь лент-датчиков перегибают на другую сторону через края осно-

После того как все датчики и их экраны наклеены, необходимо разделать концы алюминиевых лент. Подготовьте отрезки многожильного монтажного провода длиной по 150 мм. С одного конца каждого отрезка снимите изоляцию на длине 120 мм, с другого — на 5 мм и облудите оголённые концы. Далее участок длиной 120 мм перегните пополам и сложите "зигзагом", чтобы его длина уменьшилась до 30... 40 мм. "Зигзаг" заложите в алюминиевую "гармошку" и прошейте её несколько раз степлером, как показано на **рис. 8**. Качество контакта контролируйте мультиметром. Прикрыть место соединения провода с фольгой

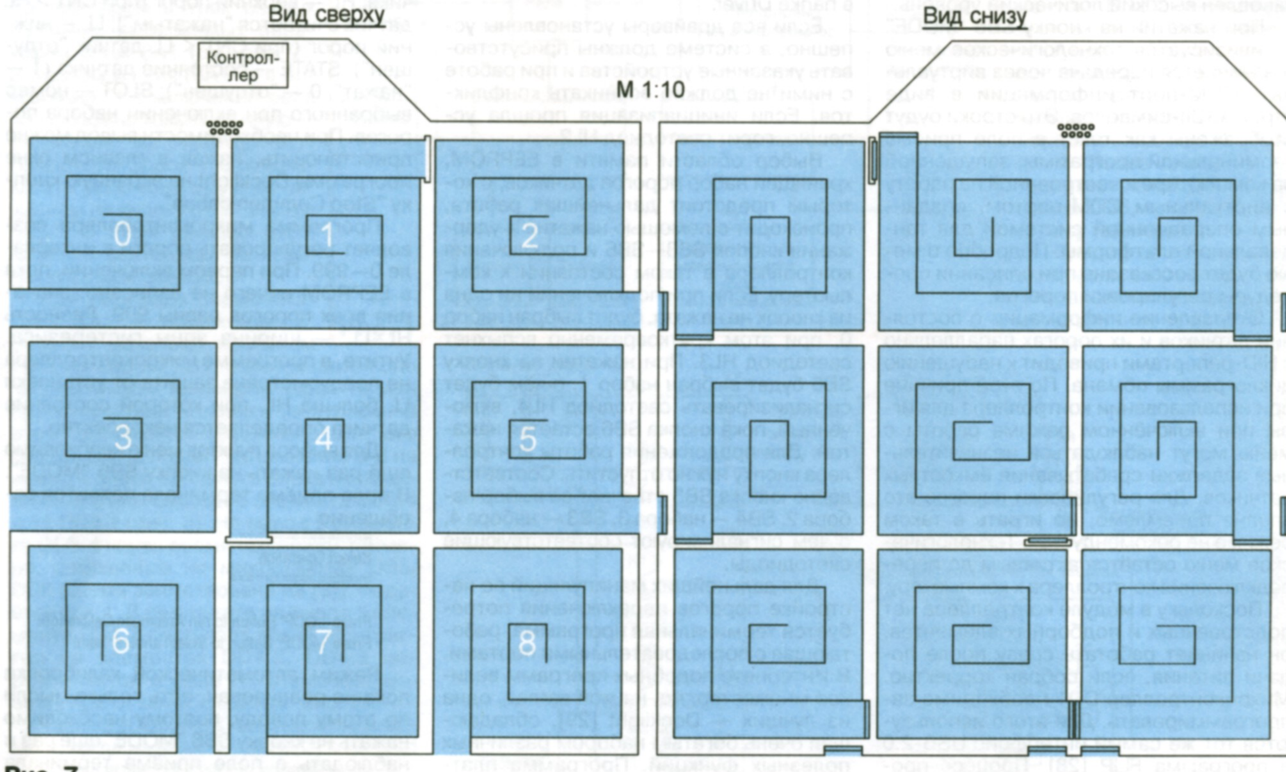


Рис. 7

Теперь, когда пороги переключения установлены, поочерёдно прикасайтесь металлическим предметом (пинцетом) к контактам каждого датчика на разъёме XP1. В поле приёма терминала контролируйте увеличение значения CNT для датчика, к контакту которого прикоснулись. Если значение не увеличивается, проверьте соответствующий накопительный конденсатор. Если получаемые при прикосновениях значения CNT больше HL, должны зажигаться соответствующие светодиоды. Чтобы они гарантированно зажигались и гасли, значения HL и LL можно немного подкорректировать.

Чтобы выключить вывод отчёта, необходимо отключить контроллер от компьютера и повторно подключить его.

Если описанных результатов добиться удалось, можно пока отложить проверку повторителей активных экранов и переходить к изготовлению самой платформы. Эскизы верхней и нижней сторон её основания показаны на **рис. 7**. Номера датчиков на нём показаны условно, наносить их не требуется.

вания. Кроме того, рядом с местом крепления контроллера необходимо просверлить в основании девять отверстий диаметром 4...5 мм для прохода проводов, идущих к разъёму XP2 контроллера.

Для изготовления девяти датчиков и экранов потребуется около 35 м алюминиевой ленты. Её укладывают по разметке спиралями от центров датчиков (экранов) к их периферии. В местах поворотов ленты под прямым углом её не разрывают, избыток просто прижимают к основанию. Сначала нужно наклеить все датчики на верхнюю сторону основания, после этого — все экраны на нижнюю.

Каждая лента должна заканчиваться свободным "хвостиком" длиной около 60 мм. Снимите с него бумажную подложку и перегните пополам клейким слоем внутрь. Должен получиться участок длиной 30 мм с обеими проводящими сторонами. Сложите его втрое "гармошкой" и, чтобы не повредить при манипуляциях с изготавливаемой платформой, временно закрепите отрезком обычной липкой ленты.



Рис. 8

можно бумажной подложкой от алюминиевой ленты, закрепив её обычной липкой лентой.

Из второго листа ДВП вырежьте девять квадратных накладок со стороной немного меньше 260 мм и закрепите их на нижней стороне основания липкой с двух сторон лентой. Накладки должны полностью закрывать экраны, но между ними должны оставаться зазоры для прокладки проводов. К проводам, идущим от датчиков и их экранов, припаяйте витые пары проводов, извлечённые из Ethernet-кабеля CAT5E (он есть в любом компьютерном магазине). С датчиком должен быть соединён один из проводов витой пары, а с его экраном — другой провод той же пары.

Витая пара дешевле коаксиального кабеля, но обеспечивает несколько меньший уровень защиты идущих от датчиков проводов от воздействия помех и влияния посторонних предметов. Однако, как показала проверка, в данном случае уровень защиты вполне достаточен. При приближении руки к витой паре показания датчика (CNT) практически не меняются. Уложите витые пары в зазоры между накладками, фиксируя их ПВХ изоляционной лентой. Зазоры заклейте армированной липкой лентой.

Закрепите на основании модуль контроллера. Витые пары проводов, идущие от датчиков, присоедините к ответной гнездовой части разъёма XP2.

Платформа практически готова. Подключите контроллер к компьютеру, нажмите на кнопку SB6 "MODE" и убедитесь, что при приближении руки к датчикам с верхней стороны происходит соответствующее увеличение значений CNT. При приближении руки к датчикам с нижней стороны значения CNT изменяться не должны, что говорит о нормальной работе повторителей активных экранов. При необходимости можно немного изменить пороги переключения, чтобы добиться наиболее чётких срабатываний датчиков.

Финальный шаг — наклеить на верхнюю поверхность платформы декоративные накладки (**рис. 9**). При возможности их нужно напечатать на самоклеящейся виниловой плёнке. Возможна и печать на фотобумаге, но её придётся крепить на липкую с двух сторон ленту. Всю верхнюю поверхность платформы рекомендуется покрыть слоем прозрачной липкой плёнки, чтобы защитить рисунок от истирания и загрязнения.

Для удобства игры границы датчиков можно сделать рельефными. Для этого между датчиками на платформу наклеивают прямоугольники размерами 180×20 мм из поролона или другого упругого материала и покрывают их липкой лентой.

Теперь платформа полностью готова к использованию. Попробуйте через минимальные интервалы времени трижды коснуться её ногой. При правильно установленных порогах должны быть зафиксированы три отдельных нажатия, что контролируют по вспышкам светодиодов.



Рис. 9

Выше описана конструкция платформы минимальной стоимости. Применив в качестве основания многослойную фанеру, а в качестве датчиков фольгированный с двух сторон стеклотекстолит, выполнив соединение датчиков с контроллером коаксиальным кабелем и покрыв сами датчики оргстеклом, можно получить изделие с практически неограниченным сроком службы, не уступающее по внешнему виду платформе аркадного автомата. Однако масса такой платформы значительно превысит 4,5 кг.

Для удешевления конструкции и упрощения процесса сборки можно порекомендовать отказаться от универсальности. Читатели, играющие только в DDR, могут сделать танцевальную платформу с четырьмя датчиками, сэкономив заодно и две микросхемы операционных усилителей с относящимися к ним деталями. Аналогично могут поступить и читатели, предпочитающие PIU.

ЛИТЕРАТУРА

17. Low Cost, 250 mA Output, Single-Supply Amplifiers AD8531/AD8532/AD8534. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8531_8532_8534.pdf** (15.05.2015).

18. Precision, Low Noise, CMOS, Rail-to-Rail, Input/Output Operational Amplifiers AD8605/AD8606/AD8608. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8605_8606_8608.pdf** (15.05.2015).

19. Precision, 20 MHz, CMOS, Rail-to-Rail Input/Output Operational Amplifiers AD8615/AD8616/AD8618. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8615_8616_8618.pdf** (15.05.2015).

20. 24 MHz Rail-to-Rail Amplifiers with Shutdown Option AD8646/AD8647/AD8648. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8646_8647_8648.pdf** (15.05.2015).

21. MAX4234 High-Output-Drive, 10MHz, 10V/μs, Rail-to-Rail I/O Op Amps with Shutdown in SC70. — URL: **http://www.maximintegrated.com/en/products/analog/amplifiers/MAX4234.html** (15.05.2015).

22. MAX4492 Low-Cost, High-Slew-Rate, Rail-to-Rail I/O Op Amps in SC70. — URL: **http://www.maximintegrated.com/en/products/analog/amplifiers/MAX4492.html** (15.05.2015).

23. SMD Tact Switches Series. — URL: **http://www.switronic.com/CatalogPage/4_A1A10.htm** (15.05.2015).

24. 20-37, корпус для РЭА 121×61×23 мм. — URL: **http://www.chipdip.ru/product/20-37/** (15.05.2015).

25. Camera D. Four Walled Cubicle — LUFA (Formerly MyUSB). — URL: **http://www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php** (15.05.2015).

26. 8-bit Microcontroller with 64/128Kbytes of ISP Flash and USB Controller AT90USB646, AT90USB647, AT90USB1286, AT90USB1287. — URL: **http://www.atmel.com/Images/7593s.pdf** (15.05.2015).

27. V-USB — A Firmware-Only USB Driver for Atmel AVR Microcontrollers. — URL: **https://www.obdev.at/products/vusb/index.html** (15.05.2015).

28. Atmel FLIP. — URL: **http://www.atmel.com/images/JRE%20-%20Flip%20Installer%20-%203.4.7.112.exe** (21.05.2015).

29. RS232 Terminal / RS232 Monitor. Version 2.0. — URL: **http://www.docklight.de/download/Docklight.zip** (21.05.2015).

***От редакции**. Файлы печатной платы в формате GERBER и программы микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/dance.zip** на нашем FTP-сервере.*

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Велоспидометр на Arduino

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

В статье описано несложное устройство, позволяющее оценить скорость движения велосипеда и пройденное им расстояние. Спидометр выполнен на основе платы Arduino Pro mini с микроконтроллером ATmega168, к которой подключён двухразрядный семиэлементный светодиодный индикатор, датчиком вращения колеса служит магнитоконтактный охранный извещатель ИО 102-2.

Катаясь на велосипеде по лесам и полям, всегда хочется узнать, какое расстояние преодолено, удалось ли "сильно разогнаться". Ответы на эти вопросы может дать велокомпьютер, который без проблем можно приобрести в спортивном магазине, однако цена этого прибора вполне ощутима, да и всегда хочется решить подобную проблему самому. В качестве "мозга" системы удобно использовать простой, недорогой и широко распространённый микроконтроллер, а ещё лучше — готовую микроконтроллерную плату Arduino. Выводить измеренные параметры можно на светодиодный или жидкокристаллический многоразрядный индикатор.

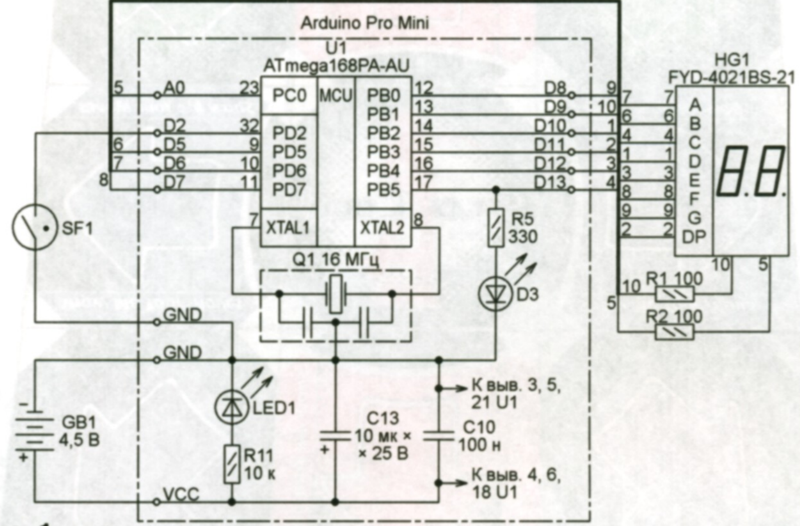


Рис. 1

Информацию о вращении колеса велосипеда проще всего снимать с помощью магнита и геркона. Что касается корпуса устройства, то, разбирая свезённый в деревню городской домашний "мусор", я обнаружил целый пакет магнитофонных кассет — когда-то очень популярных носителей аудиоинформации. Футляр для такой кассеты — весьма удобный корпус для радиоэлектронных поделок.

Когда появилось время, желание и необходимые материалы, за пару вечеров родился самодельный велоспидометр. Возможности его, конечно, весьма скромны, но открытость конструкции позволяет при желании постоянно расширять его возможности.

Всю необходимую информацию о движении велосипеда можно получить, измеряя период вращения его колеса. Зная длину окружности колеса и число его оборотов за поездку, несложно вычислить пройденное расстояние. А поделив длину окружности на длительность одного оборота, получим скорость движения.

Датчик вращения колеса может быть оптическим, индукционным, на эффекте Холла и пр. Наиболее простой и дешёвый вариант — магнит на спице колеса, а на его вилке — геркон. Все продаваемые велокомпьютеры оснащены датчиками именно такого типа. Однако допустимое число срабатываний геркона за срок его службы ограничено. Например, геркон из магнитоконтактного извещателя ИО 102-2, широко применяемого в охранных системах, выдерживает всего 1000000 замыканий—размыканий. До отказа такого датчика оснащённое им колесо диаметром 0,7 м сможет проехать около 2200 км. Не так уж и много, но вполне достаточно для обычного велосипедиста.

Схема велоспидометра показана на **рис. 1**. В штрихпунктирной рамке на ней изображён фрагмент схемы платы Arduino Pro Mini [1] с микроконтроллером ATmega168PA-AU. Позиционные обозначения элементов в этом фрагменте соответствуют схеме [2]. Может быть применена и любая другая из плат многочисленного семейства Arduino не только с указанным выше микроконтроллером, но и с ATmega328, и даже ATmega88 или ATmega8.

Тактовую частоту микроконтроллера задаёт кварцевый резонатор Q1. Имеющийся на плате светодиод LED1 показывает наличие напряжения питания, а

светодиод D3 не выполняет в рассматриваемом случае никаких функций. Находящийся на плате стабилизатор напряжения питания тоже не использован и на схеме не показан. Контакты платы, предназначенные для внешних подключений, имеют названия, принятые в Arduino.

Для управления светодиодным индикатором FYD-4021BS-21 (HG1) — двухразрядным семиэлементным с общими анодами разрядов — выбраны контакты платы Arduino Pro Mini, расположение которых удобно для подключения выводов индикатора при расположении его над платой. Порядок соединения выводов индикатора с контактами платы описан в следующем фрагменте программы:

```
#define DIG1 9
#define DIG2 A0
#define s_A 6
#define s_B 5
#define s_C 13
#define s_D 10
#define s_E 12
#define s_F 7
#define s_G 8
#define s_H 11
```

В его первых двух строках общим анодам старшего (DIG1) и младшего (DIG2) разрядов индикатора назначены соответственно контакты D9 и A0 платы Arduino. Следующие строки назначают контакты для выводов катодов элементов A—H индикатора. Если цоколёвка применённого индикатора не такая, как у FYD-4021BS-21, для его удобного подключения достаточно изменить номера контактов в приведённом выше фрагменте. Заметим, что контакты A0–A5, служащие по умолчанию аналоговыми входами Arduino, тоже можно использовать для управления индикатором.

Чтобы уменьшить число резисторов, ограничивающих ток через элементы индикатора, и уменьшить ток нагрузки выходов микроконтроллера, применена не обычная поразрядная, а позлементная динамическая индикация. Это позволило обойтись всего двумя ограничивающими ток резисторами R1 и R2 без дополнительных усилителей. Максимальный ток, протекающий через выходы PC0 и PB1 микроконтроллера, не превышает допустимых для них 40 мА, так как требуется включать одновременно только по одному элементу в каждом разряде.

Геркон SF1, кратковременно замыкающийся под действием магнита при каждом обороте колеса, подключён к выводу PD2 микроконтроллера, альтернативная функция которого — вход запроса внешнего прерывания INT0. В качестве нагрузки геркона использован включённый программой внутренний резистор микроконтроллера, соединяющий вывод PD2 с плюсом питания. Подавление неизбежного дребезга контактов геркона также выполняет программа.

Разрабатывать печатную плату для велоспидометра не потребовалось, поскольку индикатор HG1 удалось смонтировать прямо над платой Arduino. Внешний вид конструкции показан на **рис. 2**.

Геркон подключают к контакту D2 и находящемуся на плате Arduino Pro mini рядом с ним контакту GND. Питание подано через контакты VCC и GND, расположенные вдоль узкого края платы. Источником питания служит батарея GB1 из трёх гальванических элементов типоразмера AAA. Не слишком высокая экономичность велоспидометра (потребляемый ток при погашенном индикаторе — около 25 мА, при включённом — 50 мА) частично скомпенсирована программными средствами. Индикатор гаснет на стоянке, а при движении работает в прерывистом режиме (1 с — включён, 0,6 с — выключен).

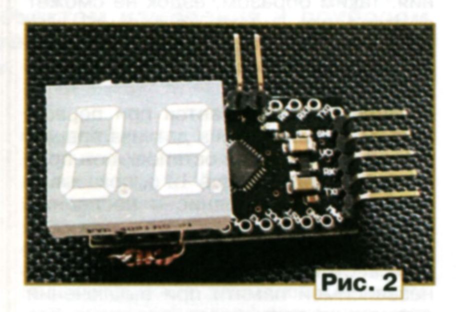

Рис. 2


Рис. 3


Рис. 5


Рис. 4

Как было отмечено выше, в качестве корпуса конструкции удачно подошёл футляр с прозрачной крышкой от аудиокассеты. В его центральной части хорошо укладывается отсек с элементами питания, а сверху от него — плата Arduino с подключённым к ней индикатором (рис. 2). Провода, идущие к геркону датчика вращения колеса, пропущены в щель между футляром и его крышкой и далее прикреплены липкой лентой к рулю и вилке переднего колеса велосипеда с таким расчётом, чтобы при повороте руля они не натягивались.

Из отрезка металлического потолочного профиля ПП 60×27 согнута и укреплена хомутом на руле рамка для установки велоспидометра. Она изображена на **рис. 3**, а на **рис. 4** в неё помещён велоспидометр. Как показано на **рис. 5**, магнит датчика удерживают на спице колеса два винта М3 с П-образно изогнутыми прижимными деталями. Корпус извещателя ИО 102-2 с герконом закреплён на вилке колеса липкой лентой.

Чтобы добиться устойчивой работы датчика оборотов колеса, необходимо подобрать правильное взаимное расположение магнита и геркона. Программа Int_2razr_segm_2.ino поможет это сделать. После загрузки в Arduino с помощью среды разработки Arduino IDE [3] она станет выводить на индикатор текущее число замыканий геркона, которое с каждым оборотом колеса должно увеличиваться на единицу.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2015

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

Рабочую программу велоспидометра Int_2razr_segm_4.ino также загружают с помощью Arduino IDE. После подачи питания процедура начальной установки Setup() присваивает всем переменным исходные значения и выключает индикатор. Переменной var_i, задающей вид выводимой на индикатор информации, она присваивает значение 5 (отображение номера версии программы), а вектору внешнего прерывания по входу INT0 — указатель на процедуру обслуживания этого прерывания.

В основном цикле Loop(), в зависимости от значения переменной var_i, устанавливается один из следующих режимов индикации:

1 — вывод в течение 1 с пройденного велосипедом с момента включения питания велоспидометра расстояния в километрах, признаком чего служит включённая десятичная запятая в младшем разряде индикатора;

2 или 4 — в течение 0,6 с индикатор выключен;

3 — вывод в течение 1 с текущей скорости движения велосипеда в километрах в час, которую программа вычисляет как длину окружности колеса, делённую на интервал времени между двумя последовательными замыканиями геркона;

5 — вывод в течение 1 с номера версии программы.

По изменению состояния счётчика оборотов колеса за последние 10 с определяется факт движения велосипеда. Если изменений нет, программа гасит индикатор.

Далее выполняется цикл развёртки изображения на индикаторе: программа поочерёдно подаёт низкий логический уровень на одноимённые катоды обоих разрядов индикатора, а на анодах тех разрядов, в которых соответствующий элемент должен светиться, устанавливает высокие логические уровни. Переход от элемента к элементу происходит каждые 3 мс.

Процедура обработки запроса внешнего прерывания сначала устраняет влияние дребезга геркона, для чего через 50 мс проверяет его состояние повторно. Если замыкание геркона подтверждено, то вычисляется время, прошедшее после предыдущего подтверждённого замыкания (длительность оборота колеса), и увеличивается на единицу содержимое счётчика оборотов.

В велоспидометре отсутствуют какие-либо органы управления, даже выключатель питания. Это сделано умышленно, чтобы во время движения не отвлекать внимание велосипедиста на управление прибором. Перед началом поездки нужно открыть крышку футляра спидометра и подключить к плате Arduino с помощью разъёмов провода от батарейного отсека и от геркона. После этого на плате должен включиться индикатор питания (светодиод LED1) и коротко вспыхнуть светодиод D3. По завершении работы программы-загрузчика светодиод D3 станет светить непрерывно, а на индикатор HG1 на секунду будет выведен номер версии программы.

Затем программа переходит в рабочий режим. На индикаторе попеременно (по 1 с с паузами по 0,6 с) отображаются пройденное расстояние и скорость движения. Сразу после включения значение скорости минимально — 0,1 км/ч. Если значение выводимого на индикатор параметра меньше 10, то оно отображается с одним десятичным знаком после запятой. В противном случае выводится только двухзначная целая часть значения. Таким образом, ездок не сможет подтвердить "инструментально", что он разогнался до скорости более 99 км/ч или проехал более 99 км без остановок.

Индикатор включается при первом же замыкании геркона датчика вращения колеса. А после остановки он продолжает работать ещё 10 с, показывая пройденное расстояние и последний отсчёт скорости.

Следует иметь в виду, что пройденное расстояние прибор в своей энергонезависимой памяти при выключении питания не запоминает, поскольку это не имеет большого смысла — слишком мала разрядность индикатора. Куда интереснее знать расстояние, преодолённое в текущей поездке. Поэтому при каждом включении питания отсчёт расстояния начинается с нуля.

Велоспидометр получился чрезвычайно простым и недорогим. Им можно похвастаться перед знакомыми как сделанным своими руками, а не купленным в магазине. Устройство испытано на деревенском бездорожье и, как ни странно, показало вполне достойные результаты. Пройдено несколько десятков километров, достигнута скорость 32 км/ч (с горки по ухабам).

Это устройство даёт возможность энтузиастам совершенствовать его. В футляре достаточно места, чтобы разместить модуль часов реального времени, модуль Bluetooth или что-нибудь ещё. Ресурсов микроконтроллера вполне достаточно, например, для определения средней и максимальной скорости движения, времени в пути и других параметров.

Надо признать, что описанный велоспидометр пока не лишён недостатков. Он требует частой замены элементов питания, показания светодиодного индикатора плохо различимы при ярком солнце, всё-таки нужен какой-либо орган управления для выбора режимов работы. Проблемы вполне решаемы — требуются лишь время, энтузиазм и фантазия...

ЛИТЕРАТУРА

1. Arduino Pro Mini. — URL: **http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardProMini** (01.08.15).

2. Arduino-Pro-Mini-V10. — URL: **http://arduino.ru/Schematic/Arduino-Pro-Mini-schematic.pdf** (01.08.15).

3. Download the Arduino Software. — URL: **https://www.arduino.cc/en/Main/Software** (01.08.15).

***От редакции.** Программы для Arduino имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/velo.zip** на нашем FTP-сервере.*



8 октября с. г. на 79-м году ушёл из жизни член редколлегии, бывший сотрудник редакции журнала "Радио" **Борис Сергеевич Иванов.**

Имя этого опытного радиолюбителя, популяризатора радиоэлектроники, активного автора хорошо знают многие читатели нашего журнала. Интересные статьи Б. С. Иванова охотно публиковали журналы "Юный техник", "Моделист-конструктор". Более 20 лет он был автором и составителем детского журнала "Мастерок".

В редакцию журнала "Радио" Борис Сергеевич пришёл на работу в апреле 1975 г., и более сорока лет он посвятил служению нашему журналу. Долгие годы возглавляя раздел "Радио" — начинающим" — своего рода журнал в журнале, Борис Сергеевич, кроме редактирования материалов, и сам регулярно выступал в качестве автора статей. За эти годы на страницах нашего журнала под его именем были опубликованы десятки статей по актуальным проблемам радиолюбительства, различным вопросам радиоэлектроники. Публикации Б. С. Иванова всегда вызывали живой интерес у читателей. Ряд книг и брошюр, написанных им, разошлись немалыми тиражами.

Оказывая помощь радиокружкам, Борис Сергеевич постоянно поддерживал деловую связь с руководителями школьных кружков, работниками Центра технического творчества учащихся и детско-юношеских клубов, проводил большую работу по пропаганде радиотехнических знаний среди юных энтузиастов радиотехники и электроники.

За многолетнюю и плодотворную работу в редакции Борис Сергеевич был награждён медалями "За трудовую доблесть" и "Ветеран труда", знаками "Отличник печати", "Почётный радист". За оказание помощи по развитию молодёжного радиолюбительства в братской Монголии Бориса Сергеевича наградили золотой звездой "Передовой молодой рабочий".

Мы навсегда сохраним светлую память о Борисе Сергеевиче — одарённом, добром и отзывчивом человеке.

Выражаем искренние соболезнования его родным и близким.

Бегущие огни на микросхемах YX8018

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Микросхема YX8018 широко применяется в светодиодных газонных светильниках с аккумуляторным питанием и зарядкой от встроенной солнечной батареи. Эта микросхема представляет собой повышающий преобразователь напряжения для питания светодиодов. Для построения преобразователя требуется минимум деталей — всего один дроссель. У микросхемы есть управляющий вход, подавая напряжение на который, можно включать и выключать преобразователь. Используя эту особенность микросхем, на их основе можно сделать автомат световых эффектов "бегущие огни" и установить его на малогабаритной новогодней ёлке, модели автомобиля или другой игрушке. Для питания устройства потребуется всего один гальванический элемент напряжением 1,5 В. Благодаря особенностям микросхемы YX8018 устройство будет работоспособно при снижении напряжения питания до 0,7...0,8 В, т. е. практически до полного истощения ресурса источника питания.

Схема устройства показана на **рис. 1**. На микросхемах DA1—DA3 собран трёхфазный генератор, и группы светодиодов HL1—HL3, HL4—HL6 и HL7—HL9 включаются поочерёдно друг за другом. После подачи питающего напряжения начинается зарядка конденсаторов C2—C4. Заряжаются они через внутренние цепи микросхемы практически до напряжения питания. В этот момент преобразователи выключены и светодиоды погашены. Когда напряжение на этих конденсаторах достигает значения 0,6...0,7 В, преобразователи начинают включаться и светодиоды загораются. Но включаются преобразователи неодновременно. Предположим, сначала включился преобразователь на микросхеме DA2. Принцип его работы

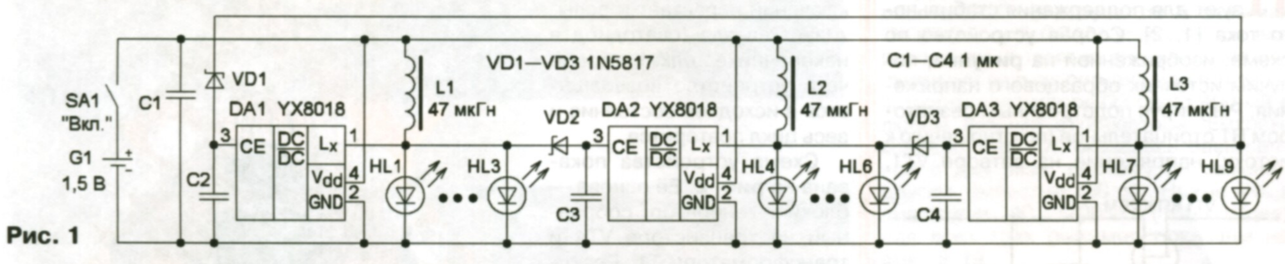


Рис. 1

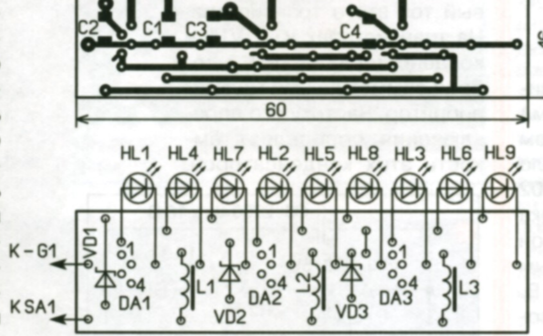


Рис. 2

основан на том, что встроенный в микросхему транзистор периодически открывается и закрывается. Когда транзистор открыт, через накопительный дроссель L2 протекает ток, при этом энергия запасается в его магнитном поле. Когда транзистор закрывается, на дросселе возникает ЭДС и на светодиоды HL4—HL6 поступает повышенное напряжение — они светят. В момент, когда встроенный транзистор открывается, он через диод VD3 одновременно разряжает конденсатор C4, поэтому преобразователь на микросхеме DA3 не включается.

Зарядка конденсатора C2 продолжается, и вскоре преобразователь на микросхеме DA1 включается — вспыхивают светодиоды HL1—HL3. Одновременно разряжается конденсатор C3 и выключается преобразователь на микросхеме DA2, в результате светодиоды HL4—HL6 гаснут. При этом начнётся зарядка конденсатора C4 и через некоторое время включится преобразователь на микросхеме DA3 и выключится на микросхеме DA1. Так последовательно друг за другом преобразователи будут включаться и выключаться. Если расположить светодиоды в определённом порядке, можно получить эффект "бегущие огни".

Большинство элементов размещено на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, её чертёж показан на **рис. 2**. Кроме того, светодиоды можно разместить не на плате, а на корпусе игрушки. Применены конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера 1206, можно применить любые диоды Шотки, например, серии 1N581x или германиевые Д9, Д18, Д20, Д310, дроссели — серии EC24. Выключатель питания — любой малогабаритный. В каждом преобразователе можно применить светодиоды зелёного, жёлтого, синего и белого цветов свечения, желательно повышенной яркости, главное, чтобы все светодиоды были одного типа и из одной партии. Светодиоды красного цвета свечения применять нежелательно, поскольку некото-

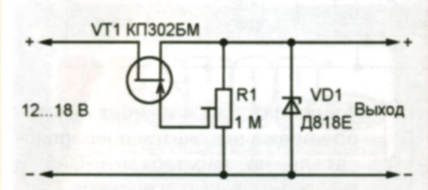
рые из них могут светить при напряжении питания 1,5 В. Число светодиодов в каждом преобразователе можно увеличить (уменьшить), при этом яркость каждого их них уменьшится (увеличится), а общий потребляемый ток изменится незначительно. Дело в том, что выходной ток преобразователя зависит от индуктивности накопительного дросселя. Согласно справочным данным, при напряжении питания 1,25 В изменение индуктивности накопительного дросселя от 47 до 560 мГн приводит к уменьшению тока через светодиод (светодиоды) с 30 до 3 мА. Это можно использовать для установки требуемой яркости свечения светодиодов.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Простой источник образцового напряжения

Е. ГРЕВЦОВ, г. Ульяновск

Полевые транзисторы часто используют для поддержания стабильного тока [1, 2]. Собрав устройство по схеме, изображённой на **рисунке**, получим источник образцового напряжения. Регулируя подстроечным резистором R1 отрицательное (по отношению к истоку) напряжение на затворе VT1,



можно установить ток через стабилитрон от десятков микроампер до 10 мА (для Д818Е — 3...10 мА при выходном стабилизированном напряжении около 8,5 В). Транзистор VT1 — серии КП302 или КП303 [3] с начальным током стока не менее необходимого. Стабилитрон VD1 — маломощный с номинальным напряжением стабилизации 5...10 В. Сопротивление резистора R1 — от сотен килоом до единиц мегаом. После установки требуемого выходного напряжения его целесообразно заменить делителем из двух постоянных резисторов, так будет надёжнее.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мартынюк А.** Микромощный источник образцового напряжения. — Радио, 1979, № 7, с. 27.

2. **Нечаев И.** Усовершенствование параметрического стабилизатора напряжения. — Радио, 2003, № 11, с. 58.

3. **Абдеева Н., Гришина Л.** Полевые транзисторы КП302А—КП302В. Справочный листок. — Радио, 1974, № 3, с. 58, 59.



Ёлочка-жезл

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Обычай в торжественные или праздничные дни радостно помахать чем-нибудь символическим глубоко в генах нашего человека — взрослого или маленького. Не исключением является, конечно, и Новый год. Поэтому хорошим подарком ребёнку дошкольного или младшего школьного возраста на Новогодний утренник, по мнению автора, может стать светодиодная игрушка в виде жезла (**рис. 1**). Работает устройство так. Сначала светодиоды — ветки ёлочки медленно переключаются, затем частота переключений нарастает и вспыхивает звезда (светодиод в наконечнике ёлки), после чего устройство возвращается в исходное состояние и весь цикл повторится.

Схема устройства показана на **рис. 2**. Её основа — блокинг-генератор, собранный на транзисторе VT4 и трансформаторе T1. Резистор R1 ограничивает базовый ток этого транзистора. На транзисторах VT1, VT2 и конденсаторах C1 и C2 собран симметричный мультивибратор. Частоту его переключения определяет ёмкость этих конденсаторов.



Рис. 1

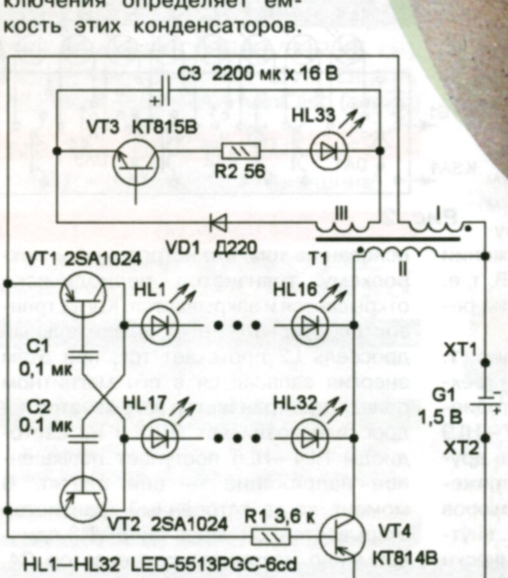


Рис. 2

Нагрузкой плеч мультивибратора служат светодиодные гирлянды HL1—HL16 и HL17—HL32, образующие ветки ёлочки. Мультивибратор питается импульсами повышенного напряжения, формирующимися на коллекторе транзистора VT4 при работе блокинг-генератора.

Трансформатор T1 содержит дополнительную обмотку III. Импульсное напряжение этой обмотки выпрямляет диод VD1, и происходит зарядка конденсатора C3. По

Рис. 3



Рис. 4

мере зарядки конденсатора ток зарядки уменьшается, влияя на частоту мультивибратора, т. е. частоту переключения гирлянд. Транзистор VT3 включён инверсно и работает в лавинном режиме. Когда напряжение на конденсаторе C3 возрастёт до 10 В, транзистор VT3 откроется и вспыхнет светодиод HL33 в наконечнике ёлочки. После этого напряжение на конденсаторе C3 уменьшится до 7...8 В и транзистор VT3 закроется. Цикл повторяется заново.

Чертёж односторонней печатной платы, на которой размещено большинство элементов, показан на **рис. 3**. Элементы VD1, R2, VT3, C3 и HL33 смонтированы навесным способом на обратной стороне платы и залиты прозрачным клеем, выводы обмотки III трансформатора выведены через отверстие в плате. Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидный конденсатор — импортный, остальные — К10-17. Светодиоды в гирляндах желательно применить зелёного или салатового цвета повышенной яркости свечения. Их число в каждой гирлянде может быть 15—20, и оно влияет на частоту их переключения. Светодиод HL33 — любого цвета свечения с диаметром корпуса 10 мм. Транзисторы 2SA1024 можно заменить отечественными кремниевыми транзисторами КТ361Б, КТ361В, КТ361Г, КТ814В или германиевыми серий МП39, МП40, МП41, МП42 с коэффициентом передачи тока базы не менее 70. Трансформатор намотан на ферритовом кольце (от КЛЛ) диаметром 10 и высотой 4,5 мм. Обмотки I и II намотаны вдвое сложенным проводом ПЭВ-2 0,3 и содержат по 30 витков. Обмотка III — 15 витков провода ПЭВ-2 0,2. Потребляемый ток — около 35 мА, работоспособность сохраняется при снижении напряжения до 1,2 В.

В основании платы просверлены два отверстия диаметром 2,5...3 мм для крепления пластмассовой ручки (**рис. 4**). Ручка прикручена к плате парой винтов с потайной головкой. Контакты XT1, XT2 для элемента питания типоразмера АА изготовлены из отрезков металлической канцелярской скрепки в виде петель и припаяны к плате через отверстия. Звёздочка-наконечник изготовлена из полоски белой плотной бумаги шириной 1 и длиной 11 см. Полоска поделена на 11 равных частей и сложена в гармошку. Из неё склеивают звёзду и надевают на корпус светодиода, предварительно нанеся на него слой клея.

Налаживание сводится к подборке конденсаторов C1 и C2 для получения желаемой скорости переключения светодиодов HL1—HL32 и экспериментальному определению порядка подключения выводов обмотки III (выводы следует поменять местами, если светодиод HL33 не вспыхивает).

***От редакции**. Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/elka.zip** на нашем FTP-сервере.*

"Звёздные врата"

М. КОЛОДОЧКИН, г. Москва

Зеркало — предмет мистический: недаром с ним связано столько примет и поверий. Тем интереснее сделать на его основе что-то нестандартное, позволяющее заглянуть в своего рода рукотворное Зазеркалье. Давно известно, что два параллельно расположенных зеркала создают картинку, уходящую куда-то в бесконечность. А если одно из зеркал будет при этом полупрозрачное, то эту картинку можно будет наблюдать снаружи. Всё остальное зависит только от возможностей и фантазии автора.

Свои "Звёздные врата" я изготовил из корпуса деревянной ключницы. Обычное зеркало разместил на его задней стенке, а в дверцу вставил прозрачное стекло, оклеенное изнутри плёнкой для тонировки автомобильных стёкол (**рис. 1**). Между ними, на внутренних стенках корпуса, разместил четыре разноцветные (красные, зелёные, жёлтые и синие) светодиодные ленты, рассчитанные на напряжение питания 12 В.

Чтобы "оживить" устройство, решил заставить светодиоды плавно изменять яркость свечения. Поскольку суммарный ток потребления при максимальной яркости мог достигать 4 А, пришлось разработать узел управления с применением ШИ-регулировки. Однако эта затея явно не понравилась жителям "Зазеркалья", и дело как-то не пошло. Несколько микросхем на макете просто сгорели, ещё две оказались бракованными... Да и этот узел управления получился явно сложным, поэтому захотелось сделать что-то попроще и понадёжнее.

Решение пришло случайно. При номинальном напряжении питания (12 В) яркость свечения светодиодов максимальна, и они "били" по глазам так, что захотелось ограничить яркость, понизив напряжение питания. Известно, что при плавном увеличении напряжения светодиоды загораются поочерёдно: сначала красные, потом жёлтые, затем зелёные и, наконец, синие. Поэтому для поочерёдного их включения достаточно соединить все четыре ленты параллельно, а напряжение питания "заставить" плавно изменяться в определённом интервале. Для моего устройства оказалось, что обеспечивать максимальную яркость светодиодов ни к чему — вполне достаточно напряжения питания 8 В. При этом потребляемый лентами ток не превышает 0,4 А, что позволяет использовать 12-вольтный сетевой блок питания (адаптер) для гаджетов с выходным током до 1 А.

В итоге удалось обойтись вообще без микросхем (**рис. 2**)! Четыре ленты светодиодов, общее число которых в моём случае составило 4×45 = 180 шт., подключены к эмиттерному повторителю на транзисторах VT1, VT2. Период нарастания и снижения яркости задаёт RC-цепь R1C1. А исполнительным элементом, заставляющим конденсатор то заряжаться, то разряжаться, является электромагнитное реле K1, включённое параллельно светодиодным лентам. Использован тот факт, что любое электромагнитное реле имеет гистерезис: напряжение (ток) срабатывания, как правило, значительно превышает напряжение (ток) отпускания. Конденсатор C2 сглаживает пульсации питающего напряжения.

Рис. 1

Рис. 2

Устройство работает так. После подачи питающего напряжения через резистор R1 и нормально замкнутые контакты K1.1 реле начинается зарядка конденсатора C1, напряжение на нём плавно увеличивается и транзисторы постепенно открываются. Когда напряжение на эмиттере транзистора VT2 достигает около 8 В и все светодиоды уже светят, срабатывает реле, замыкая своими контактами верхний по схеме вывод резистора R1 на минусовую линию питания. Конденсатор C1 начинает разряжаться, транзисторы медленно закрываются, а светодиоды плавно гаснут. После того как они погасли, напряжения на обмотке реле K1 становится недостаточно для удержания якоря и его контакты возвращаются в исходное положение — цикл повторяется снова.

Применены импортные конденсаторы, резистор — МЛТ, С2-23, диод — любой малогабаритный импульсный или выпрямительный. К номиналам деталей устройство не критично, допуск на номиналы может быть ±20 %. Транзистор КТ315Б можно заменить любым серии КТ315 или КТ3102, транзистор КТ819Б — транзистором серии КТ819 с любым буквенным индексом. Транзистор VT2 работает в линейном режиме, а потому заметно разогревается. Рассеиваемая им мощность невелика, поэтому можно обойтись без теплоотвода. Для повышения надёжности желательно применить транзистор VT2 в металлическом корпусе — КТ819АМ, КТ819БМ или аналогичный. Реле — малогабаритное без маркировки от автомобильного противоугонного устройства, которое рассчитано на питающее напряжение 12 В. Но срабатывало оно как раз при 8 В, а отпускало примерно при 4 В. Сопротивление его обмотки — 400 Ом, а потому дополнительная токовая нагрузка не превысила 20 мА. Поскольку ток, коммутируемый контактами реле, не превышает 1 мА, можно применить любое малогабаритное реле с требуемым напряжением срабатывания. Конденсатор C2 из схемы можно исключить, если пульсации питающего напряжения не превышают долей вольта.

Налаживание сводится к установке желаемой скорости увеличения и уменьшения яркости свечения светодиодов. Делают это подборкой конденсатора C1. Кроме того, может потребоваться изменить порог срабатывания реле. Если, к примеру, оно срабатывает до момента, когда все светодиодные ленты стали светить, последовательно с его обмоткой устанавливают один-два диода, повышая тем самым напряжение срабатывания.

Вопрос "Зачем эта штука нужна?" оставлю без ответа. Ночник, светильник, прибор для релаксации, а для кого-то, возможно, и "Звёздные врата"... ■

Терминал для Arduino

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

Микроконтроллерные модули семейства Arduino оснащены последовательным интерфейсом и могут через него в текстовом виде выдавать информацию о своей работе и получать команды. Но для отображения этой информации на экране и ввода команд необходимо подключить к последовательному порту модуля устройство, называемое терминалом. Как правило, им служит компьютер с запущенной на нём терминальной программой. Но это не всегда удобно, поскольку для компьютера может найтись много других дел. В статье описано несложное терминальное устройство, которое может получать и отображать поступающую по последовательному порту текстовую информацию на экране обычного телевизора и передавать обратно сообщения, вводимые с обычной компьютерной клавиатуры. Его можно использовать для отладки и контроля работы не только устройств на Arduino, но и самого разнообразного оборудования, имеющего последовательный интерфейс RS-232. Терминал собран на микроконтроллере ATmega88PA-AU.

При разработке микроконтроллерных устройств очень часто применяют в качестве отладочного средства вывод контрольных текстовых сообщений через последовательный порт. Например, в различных проектах на базе Arduino такой приём — основной, и редко не встретишь в скетче (так среди фанатов Arduino называют исходный текст программы) строки

```
Serial.begin(9600);
Serial.println(Value);.
```

Обычно в качестве терминального устройства, "слушающего" последовательный порт и посылающего в него текстовые команды, используют компьютер с запущенной на нём терминальной программой. Но в практике автора однажды случилось так, что все компьютеры были заняты, и для того чтобы поработать с Arduino, пришлось ждать, когда хотя бы один из них освободится. Тогда и появилась мысль создать самостоятельное терминальное устройство. В качестве устройства ввода вполне подошла бы обычная компьютерная клавиатура, которая почти всегда есть под рукой, да и приобрести новую — не такое уж затратное дело. В качестве устройства отображения информации хотелось иметь небольшой "ЖК-экранчик", но такового под рукой не оказалось, зато нашёлся никем не используемый телевизор.

Сразу вспомнилась молодость и первые самодельные компьютеры на КР580ВМ80А, Z80A... Тогда бытовые телевизоры применяли в качестве мониторов повсеместно (ничего другого просто не было). Для сопряжения с ними делали специальные платы со своей экранной памятью, контроллерами отображения и формирователями видеосигнала.

С тех пор минули десятилетия, и нынешние рядовые микроконтроллеры обладают достаточными ресурсами для формирования телевизионного сигнала без использования дополнительных микросхем. Почти все компоненты разрабатываемого терминального модуля с выходом на телевизор удалось разместить на отладочной плате SEM0010M-88PA [1] с уже установленным на ней микроконтроллером ATmega88PA-AU.

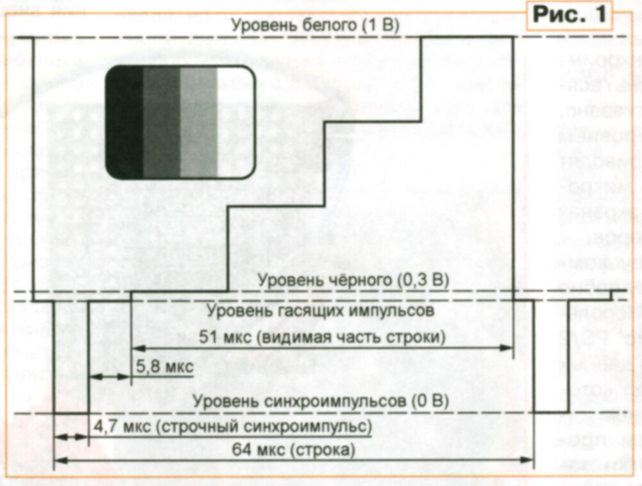


Рис. 1

Этот микроконтроллер должен выполнять три основные задачи:

— получать информацию о нажатых клавишах от стандартной компьютерной клавиатуры;

— принимать и отправлять сообщения по последовательному интерфейсу;

— формировать видеосигнал, содержащий текст принятых и введённых с клавиатуры сообщений.

Телевизионный сигнал [2] представляет последовательность строк, временная диаграмма одной из которых показана на **рис. 1**. Для нашей цели можно считать, что сигнал изображения имеет три уровня (оттенки серого не нужны): уровень синхроимпульсов, уровень чёрного (практически совпадающий с уровнем гасящих импульсов) и уровень белого. Следовательно, для формирования видеосигнала достаточно простого двухразрядного ЦАП: код 00 — уровень синхроимпульсов, код 11 — уровень белого, коды 01 или 10 — уровень чёрного.

Чтобы сформировать временную диаграмму сигнала программным путём, проще всего использовать запросы прерываний от таймера, следующие с периодом 64 мкс, равным длительности строки телевизионного сигнала. Обработчик этого запроса сначала установит уровень синхроимпульса и выдержит паузу, равную стандартной длительности строчного синхроимпульса (4...5 мкс). Затем установит уровень чёрного (гасящий импульс) и подготовит к выводу информацию, которая должна быть отображена в текущей строке. По её готовности выведет 32 байта (по числу содержащихся в строке символов) через аппаратный интерфейс SPI микроконтроллера (использование аппаратного интерфейса существенно снижает нагрузку на процессор). По окончании вывода информации установит уровень чёрного, чем и завершит свою работу.

Использование SPI позволяет получить элементы изображения минимальной длительностью 125 нс (половина тактовой частоты микроконтроллера 16 МГц). Чтобы вывести на экран 32 символа по горизонтали, в каждой телевизионной строке приходится с учётом интервалов между символами занять около 46 мкс, что хорошо укладывается в её видимую на экране часть.

Выводимые текстовые символы формируются из матрицы 8×8 элементов изображения. Таблица знакогенератора находится в памяти микроконтроллера и содержит символы ASCII только с кодами 0x20—0x7F (цифры 0—9, знаки препинания и некоторые математические и специальные символы, прописные и строчные буквы латинского алфавита). Из восьми разрядов каждого байта, содержащегося в знакогенераторе, для формирования символов используются только пять. Время, в течение которого контроллер SPI передаёт остальные три разряда загруженного в него байта, а затем программа загружает в него новый байт, образует интервал, разделяющий символы на экране по горизонтали.

По вертикали между символами, находящимися в соседних горизонтальных рядах, выводятся по четыре пустые

телевизионные строки. Поэтому один ряд символов занимает 12 телевизионных строк.

Формируемый микроконтроллером видеосигнал имеет упрощённую форму. В частности, не формируется чересстрочная развёртка из 312,5 строк в каждом полукадре. Кадр образуют ровно 312 строк, причём вертикальная развёртка получается прогрессивной. Кадровый гасящий импульс занимает

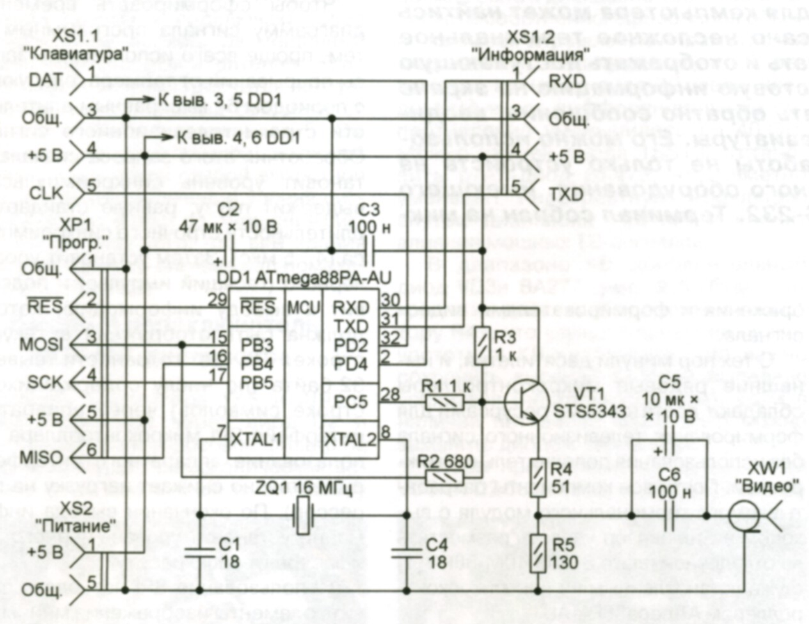


Рис. 2

строки 250—312, кадровый синхроимпульс — строки 290—292. Уровень гасящих импульсов, как уже было сказано, считается совпадающим с уровнем чёрного. Такие упрощения не приводят к искажениям формируемого микроконтроллером изображения на экранах как старых, так и новых телевизоров.

Обмен информацией между компьютером и его клавиатурой подробно рассмотрен в статьях [3, 4]. Используемый для этого интерфейс PS/2 имеет двунаправленную линию данных и линию синхронизации, сигнал которой формирует клавиатура. Приём информации микроконтроллером происходит в процедуре обработки запроса прерывания INT0, на вход которого подан сигнал синхронизации от клавиатуры. Принятые от клавиатуры скан-коды клавиш преобразуются в коды ASCII соответствующих символов, которые программа выводит в самый нижний (двадцать первый) ряд символов на экране телевизора. При нажатии на клавишу Enter программа отправляет коды ранее введённых символов по последовательному интерфейсу и очищает ряд 21 на экране.

Приём сообщений по последовательному интерфейсу также организован по прерываниям. Принятый байт (код символа), если его значение находится в интервале 0x20—0x7F, сразу помещается в буфер вывода на экран. В противном случае он предварительно заменяется 0x2E (кодом символа "точка"). Исключение — байты 0x0A ("Перевод строки") и 0x0D ("Возврат каретки"). Вывод полученных вслед за ними символов продолжится соответственно в следующем ряду либо с начала текущего ряда.

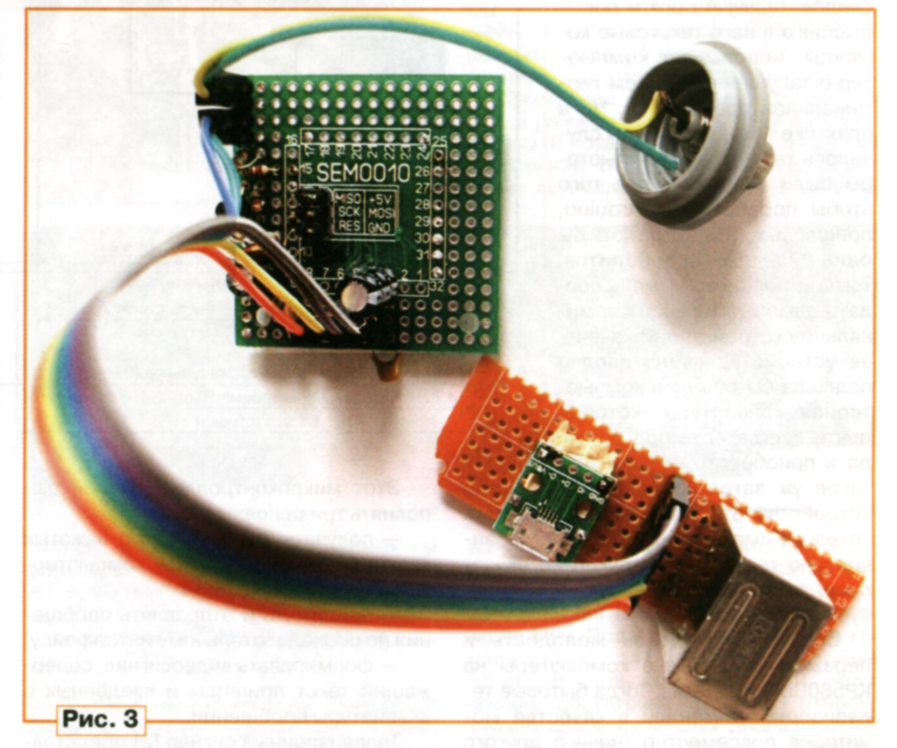


Рис. 3

Схема терминального модуля показана на **рис. 2**. Он построен на микроконтроллере ATmega88PA-AU (DD1), тактовая частота которого стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1.

Компьютерную клавиатуру с интерфейсом PS/2 подключают к разъёму XS1.1 — сиреневой части сдвоенной розетки MDD-6FR, хотя можно использовать и совсем уж старые AT-клавиатуры с пятиконтактным разъёмом DN-5F1 (схема подключения такой клавиатуры приведена в [3]).

Для сопряжения с видеовходом телевизора использован узел, аналогичный применённому в компьютере "Радио-86РК" [5]. Из нескольких опробованных вариантов он оказался наиболее стабильным. На резисторах R1—R3 выполнен простейший ЦАП, для сопряжения которого с низкоомной нагрузкой служит эмиттерный повторитель на транзисторе VT1.

Питают модуль от не показанного на схеме зарядного устройства для сотового телефона через разъём XS2. Конденсаторы C2, C3 — фильтр в цепи питания. Зарядное устройство пригодно любое с напряжением холостого хода не выше 6 В, чтобы не повредить микроконтроллер. Если в телевизоре есть разъём USB, питать модуль можно и от него.

Внешние устройства с последовательным интерфейсом присоединяют к разъёму XS1.2 (зелёной части сдвоенной розетки MDD-6FR). Такое решение позволяет использовать для подключения внешнего оборудования кабель от неисправной компьютерной мыши с интерфейсом PS/2. Поскольку защитных цепей в модуле не предусмотрено, под-

ключать оборудование к этому разъёму следует в отключённом от сети состоянии.

Разъём программирования микроконтроллера XP1 на плате SEM0010M-88PA уже имеется.

Печатная плата для терминального модуля не разрабатывалась. Большая часть его элементов смонтирована на отладочной плате SEM0010M-88PA размерами 42×42 мм с уже установленными на ней микроконтроллером DD1, разъёмом XP1, кварцевым резонатором ZQ1 на 16 МГц и конденсаторами C1, C4. Разъёмы XS1.1, XS1.2 и XS2 вынесены на отдельную небольшую плату. Между собой платы соединены отрезком шестипроводного плоского кабеля, как показано на **рис. 3**. Платы помещены в пластмассовый корпус от электромонтажной коробки. Для доступа к разъёмам использованы его технологические отверстия.

☑ CKSEL0	☑ BODLEVEL2
☑ CKSEL1	☑ EESAVE
☑ CKSEL2	☑ WDTON
☑ CKSEL3	☐ SPIEN
☐ SUT0	☑ DWEN
☑ SUT1	☑ RSTDISBL
☑ CKOUT	☑ BOOTRST
☑ CKDIV8	☐ BOOTSZ0
☑ BODLEVEL0	☐ BOOTSZ1
☑ BODLEVEL1	

Отмеченные разряды не запрограммированы

Рис. 4

Сдвоенную розетку MDD-6FR можно найти на старой компьютерной материнской плате. Разъём XW1 — гнездо RCA RP-8 ("тюльпан"), XS2 — розетка микро-USB USB/Mc-1J, в которой использованы только контакты питания.

Настройки цифровые устройства при правильном монтаже, как правило, не требуют. Возможно, потребуется подобрать в небольших пределах номиналы резисторов R1—R3 для получения стабильного и контрастного изображения на экране телевизора.

Предназначенная для микроконтроллера DD1 программа tvk9b.alp (загрузочный файл tvk.9b.hex) подготовлена в среде разработки Algorithm Builder for AVR. После подачи питания на микроконтроллер она настраивает таймер T2 на формирование запросов прерывания с периодом 64 мкс, контроллер SPI — на передачу информации с тактовой частотой 8 МГц, последовательный интерфейс — на скорость 9600 Бод и восьмиразрядные посылки без контроля чётности с двумя стоповыми разрядами. Затем программа очищает экранную память, выводит на экран телевизора надпись "Terminal v.9b", а на клавиатуру подаёт команду установки в исходное состояние.

Далее программа циклически проверяет готовность информации, принятой по последовательному интерфейсу и от клавиатуры.

Принятые по последовательному интерфейсу байты программа заносит в буфер экрана, определяя при этом позицию (ряд и колонку) символа на экране. В каждом ряду возможно отображение до 32-х символов с кодами ASCII 0x20—0x7F. Символы с другими кодами отображаются в виде точек (символов с кодом 0x2E). Символы "Перевод строки" (0x0A) и "Возврат каретки" (0x0D) вызывают соответствующую коррекцию места вывода на экран последующих принимаемых символов. В отсутствие переводов строки и возвратов каретки символы, следующие за 32-м, затирают его на экране.

Всего на экране имеется место для 21-го ряда по 32 символа в каждом. Двадцать из них предназначены для информации, принимаемой по последовательному интерфейсу. Если приём идёт в ряду 20, то символ "Перевод строки" сдвигает весь принятый текст на один ряд вверх, освобождая ряд 20 для дальнейшего приёма.

```
int LED = 13; //Вывод, к которому подключён светодиод
char x = 0;   //Режим светодиода (0 - горит непрерывно)
void setup() {
  Serial.begin(9600); //Скорость посл. интерфейса 9600 Бод
  delay(1000);
  Serial.println("START PROGRAM"); //Вывод в посл. интерфейс
  pinMode(LED, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(LED, HIGH);//Включить светодиод
  switch (x) {
    case 'A':
    case 'a': //Подать одиночную вспышку светодиода
      delay(200); digitalWrite(LED, LOW);
      break;
    case 'B':
    case 'b': //Подать двойную вспышку светодиода
      delay(200); digitalWrite(LED, LOW);
      delay(200); digitalWrite(LED, HIGH);
      delay(200); digitalWrite(LED, LOW);
      break;
    case 'C':
    case 'c': //Подать тройную вспышку светодиода
      delay(200); digitalWrite(LED, LOW);
      delay(200); digitalWrite(LED, HIGH);
      delay(200); digitalWrite(LED, LOW);
      delay(200); digitalWrite(LED, HIGH);
      delay(200); digitalWrite(LED, LOW);
      break;
  }
  Serial.print("Time = ");
  Serial.print(millis());   //Вывод в посл. интерфейс
  Serial.println(" ms");    //прошедшего времени (мс).
  delay(600);                 //Пауза
  if (Serial.available() > 0) {  //Если по посл. интерфейсу
                                 //что-то принято,
    x = Serial.read();        //то прочитать принятый байт
    Serial.println(x);        //и отправить эхо
  }
}
```

Самый нижний ряд 21 предназначен для отображения символов, вводимых с клавиатуры. При нажатии на клавишу Enter содержимое этой строки отправляется по последовательному интерфейсу во внешнее устройство.

Как уже было отмечено, формирование видеосигнала, взаимодействие с клавиатурой и внешним оборудованием происходит в процедурах обработки запросов прерываний соответственно от таймера по спадающему перепаду сигнала на линии INT0 и от последовательного интерфейса.

Конфигурация микроконтроллера DD1 должна соответствовать показанной на **рис. 4**.

Рассмотрим пример взаимодействия терминального модуля с микроконтроллерным модулем Arduino Pro Mini [6], в который должна быть загружена программа, скетч которой представлен в **таблице**.

После подачи питания на модуль Arduino с этой программой в памяти на нём включится светодиод, соединённый с его выводом 13, а в последовательный порт будет выведено сообщение "START PROGRAM". Далее в последовательный порт станут периодически выводится сообщения о прошедшем с момента запуска программы времени в миллисекундах, а также выполняться проверки, не принят ли из того же порта байт. Если принятый байт — ASCII-код латинской буквы A, то светодиод переключится в режим одиночных вспышек, если это код латинской буквы B, вспышки станут двойными, а если латинской буквы C — тройными.

Теперь подключим модуль Arduino к терминалу. Для этого достаточно соединить выход TX Arduino (вывод 0) с входом RXD (контакт 1 разъёма XS1.2) терминального модуля, вход RX Arduino (вывод 1) — с выходом TXD (контакт 5 разъёма XS1.2), а также общий провод (GND) Arduino — с контактом 3 разъёма XS1.2. Разъём XW1 нужно соединить с видеовходом телевизора, а к разъёму XS1.1 подключить клавиатуру. Все эти соединения видны на **рис. 5**. Цепь +5 В модуля Arduino соединена с одноимённой цепью терминального модуля. Теперь на модули можно подать питание.

На экране телевизора должны появиться надписи "Terminal v.9b" (это заработал терминальный модуль), а затем "START PROGRAM" — первое принятое от Arduino сообщение. Далее, как показано на **рис. 6**, на экране периодически станет появляться новая строка с числом прошедших с момента запуска программы Arduino миллисекунд.

Переведём клавиатуру в режим заглавных букв коротким нажатием на клавишу Caps Lock. На клавиатуре должен включиться одноимённый индикатор.

Если теперь нажимать на клавиши латинских букв A, a, B, b, C, c и, нажав на клавишу Enter, отправлять код соответствующей буквы в Arduino, то, согласно полученной команде, светодиод станет вспыхивать однократно, дважды или трижды, а сообщения о времени будут появляться на экране реже.

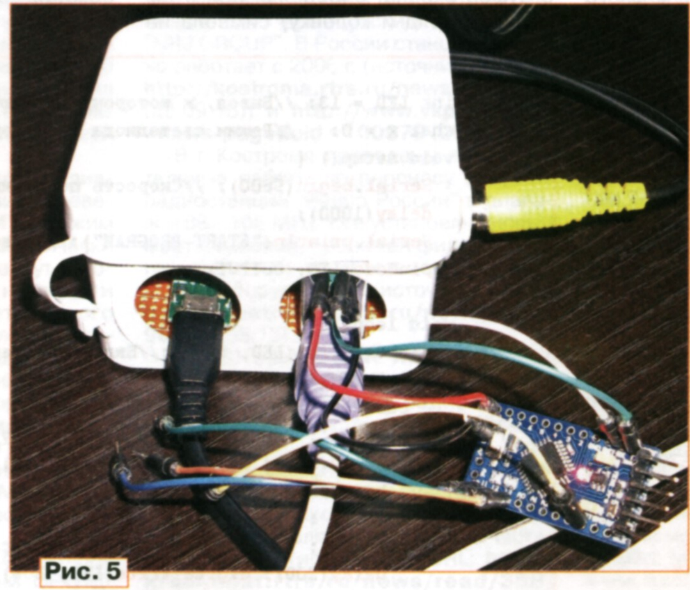


Рис. 5

```
  Terminal v.9b
.START PROGRAM
Time = 999 ms
Time = 1600 ms
Time = 2200 ms
Time = 2800 ms
Time = 3401 ms
Time = 4001 ms
```

Рис. 6

Некоторые клавиши выполняют управляющие функции.

Клавиша Caps Lock переключает на клавиатуре одноимённый индикатор и изменяет регистр передаваемых при нажатиях на клавиши букв. При включённом индикаторе они заглавные, а при погашенном — строчные.

При нажатой клавише Shift (как правой, так и левой) поднимается регистр цифровых и знаковых клавиш, а регистр букв становится противоположным установленному клавишей Caps Lock.

Клавиша Scroll Lock управляет одноимённым индикатором клавиатуры. Когда индикатор включён, к последовательности символов из ряда 21, передаваемой по последовательному интерфейсу в результате нажатия на клавишу Enter, программа автоматически добавляет коды перевода строки и возврата каретки. При погашенном индикаторе происходит передача только символов из ряда 21.

Клавиша Esc — очистка строки 21 без передачи информации.

Клавиша Back Space — удаление из строки 21 ранее введённого символа.

Терминальный модуль получился очень простым и компактным. Его удобно использовать не только при отладке микропроцессорных устройств, но и для отображения текстовой информации от любых приборов, оснащённых последовательным интерфейсом. А немного изменив программу микроконтроллера и добавив, например, датчики температуры, влажности и атмосферного давления, можно превратить сам модуль в метеостанцию, выдающую информацию на экран телевизора. Питать модуль целесообразно от разъёма USB того телевизора, с которым он работает. Такие разъёмы есть практически в каждом современном телеприёмнике.

Нужно признать, что описанный модуль не лишён недостатков. Например, при нажатии на клавишу Enter кратковременно нарушается синхронизация телевизионного изображения. В это время микроконтроллер модуля выводит информацию в последовательный порт, и приоритет в прерываниях отдан этому процессу в ущерб формированию видеосигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модуль Evolution light на базе микроконтроллера ATmega88PA-AU. — URL: **http://ekits.ru/index.php?ukey=product&productID=2520** (06.07.15).

2. Видеосигнал. — URL: **https://ru.wikipedia.org/wiki/Видеосигнал** (06.07.15).

3. **Долгий А.** Клавиатура IBM PC. — Радио, 1997, № 4, с. 24, 25; № 6, с. 19—21.

4. **Редькин П.** Интерфейс AT PC-клавиатуры для МК популярных семейств. — Радио, 2008, № 9, с. 22—26.

5. **Горшков Д.** и др. Персональный радиолюбительский компьютер "Радио-86РК". — Радио, 1986, № 4, с. 24—26; № 5, с. 31—34; № 6, с. 26—28.

6. Arduino Pro Mini. — URL: **http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardProMini** (06.07.15).

***От редакции**. Программы для терминального модуля и для Arduino имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/terminal.zip** на нашем FTP-сервере.*



Редкая удача!

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

В последнее время многие коротковолновики проявляют интерес к истории радиолюбительства в своём регионе, собирая порой по крупицам информацию — в основном из довоенных журналов "Радиолюбитель", "Радио всем", "Радіо" и "Радиофронт". Уже вышли книжки, рассказывающие о том, как становилось радиолюбительство в некоторых регионах СССР.

Это непростая задача — в разные годы отношение к коротковолновикам в СССР было разное, а посему были годы, когда публикации о них в журналах сводились к минимуму. А некоторые данные (например, списки позывных) где-то во второй половине 30-х годов совсем исчезли из печати. Внесла свой печальный "вклад" в сохранение радиолюбительской истории в СССР и война — личные архивы многих коротковолновиков, увы, не сохранились.

Я хотел бы рассказать об удивительной находке, которая случилась, когда воронежские коротковолновики начали работу по оказанию мне помощи в работе над брошюрой, в которой я решил рассказать историю становления радиолюбительства в их регионе.

Они, в частности, обратились ко мне с просьбой прислать данные о довоенных коротковолновиках Воронежской области, которые нам с Борисом Степановым (RU3AX) удалось в своё время собрать при работе над книгой "Листая старые "Call Book" и не только...(1925—1941)".

Инициаторами создания книги о воронежских коротковолновиках были Юрий Червонный (UA3O) и Юрий Авдеев (R3QB), которым я и предложил сделать попытку поиска довоенных материалов на месте. Для этого им были высланы сохранившиеся адреса довоенных коротковолновиков Воронежа. Здесь надо сразу пояснить — списки коротковолновиков с домашними адресами публиковались примерно до 1930 г. Так что вероятность того, что удастся что-то выяснить, была, скажем прямо, близка к нулю.

Через несколько дней был получен ответ — указанных нескольких улиц давно нет, а на некоторых вместо старых домов появились новые строения.


Красноярское Управление
Инспекция Радиосети Красноярского края
14/II
№ 15-164

При этом препровождается разрешение № 54от723 на право эксплоатации рации в Красноярске принадлежащей ... Тип передатчика ... мощность 0,02 в антенне ... квт ... с позывным сигналом UONO ... рабочими волнами ... и типом излучения ...

По получении режима передатчика установите согласно данных этого разрешения.

О получении просим уведомить к "1" ... 1939 г.

Ст. Инспектор Радиосети Красноярского края /Заболотский/

1939 г. — вот так выглядело разрешение на эксплуатацию любительской радиостанции U0NO.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СОВЕТ СОЮЗА ОСОАВИАХИМ СССР и РСФСР

УПРАВЛЕНИЕ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ

№ ...
14 Октября 1940 г.

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Предъявитель сего радиолюбитель коротковолновик — член Осоавиахима тов. Шубина Полина Михайловна проживающ. г. Красноярск ... зарегистрирован в Управлении боевой подготовки ЦС Осоавиахима СССР по ... категории и ему присвоены позывные URS-9-3k

Действительно по 14 Октября 1941 г.

НАЧАЛЬНИК УПРАВЛЕНИЯ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ ЦС ОСОАВИАХИМА СССР — полковник ...

ЗАВ. БЮРО РЕГИСТРАЦИИ КОРОТКОВОЛНОВИКОВ ...

Примечание. Настоящее удостоверение не освобождает от регистрации приемника по линии НКСвязи и внесения установленной абонементной платы за радиослушание.

Удостоверение наблюдателя URS-9-3k, полученное Полиной Шубиной в 1940 г.

Ситуация понятная и вполне прогнозируемая (прошло столько лет!).

Но по поводу одного адреса ответ был неожиданным. По данным из журналов, относящихся к самому концу 20-х годов, воронежский коротковолновик Анатолий Калинин (позывной 2EV) жил на Федеративной улице. Оказалось, что теперь она называется улица Урицкого, но на ней сохранился этот дом, построенный ещё в 1901 г. Более того, в нём и сейчас проживает Зоя Анатольевна Калинина — младшая дочь Анатолия Владимировича Калинина!

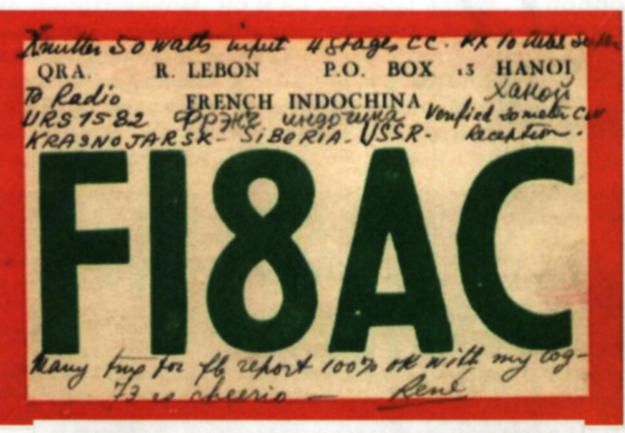
в школе, а затем некоторое время работал на ЮВЖД. С 1926 г. он работал в ОДР — сначала выполнял обязанности заведующего библиотекой губернской организации ОДР, затем работал монтёром-установщиком, позже инструктором по КВ.

В 1931 г. по рекомендации ОДР он поступил учиться на радиоотделение 4-го Московского авиатехникума, а после его окончания был направлен на работу в Красноярский аэропорт. Здесь Анатолий продолжил занятия любительской радиосвязью и в 1939 г. получил позывной U0NO.

ский Индо-Китай) и PK (Голландская Ост-Индия).

Сохранились QSL и от советских коротковолновиков, многие из которых в те годы (да и после войны) были достаточно известны в стране и очень активны в эфире.

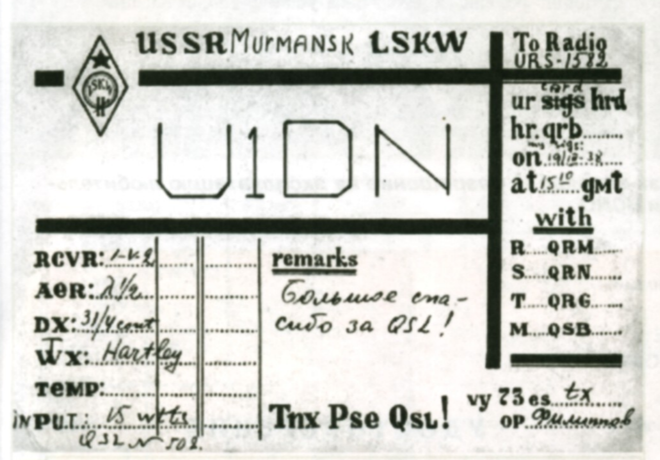
Например, карточка от U1DN. Это Евгений Филиппов из города Полярный Мурманской области. После войны он известен как активный наблюдатель UA1-68. В 1946 г. стал чемпионом по радиоприёму, а в 1951 г. первым в СССР получил диплом "С-100-О".



Эта QSL FI8AC пришла из далёкого Французского Индо-Китая — из города Ханоя...



А эта QSL PK1AI пришла в Красноярск из бывшей голландской колонии, с острова Ява...



QSL, которую Полина Шубина получила от мурманчанина Евгения Филипова (U1DN).



Николай Казанский (UA3AF, ex U4AM) был членом редколлегии журнала "Радио" с 1946-го по 2002 годы!

Конечно, её посетили R3QB и UA3O. Зоя Андреевна сообщила, что она подготовит к следующей встрече коекакие сохранившиеся в семье архивные бумаги. И главное — сказала, что в кладовке лежат два ящика, в которые её отец много лет назад упаковал свою аппаратуру и разные документы. И что она в эту кладовку не заглядывала с начала 60-х годов...

Во время их очередного визита эти ящики были открыты. И вот о чём свидетельствуют сохранившиеся в них довоенные документы.

Анатолий Владимирович Калинин родился в Воронеже, до 1925 г. учился

В 1947 г. вернулся в Воронеж, где работал начальником связи аэропорта и, к счастью для нас, проживал по тому же адресу... Данных о его послевоенной радиолюбительской деятельности, к сожалению, нет.

Его супруга — Пелагея Михайловна Шубина училась с ним в техникуме и также была распределена в Красноярск. В 1937 г. она получила наблюдательский позывной URS-1582, а в 1940 г. — URS-9-3К.

От Пелагеи Михайловны сохранилось много наблюдательских QSL из разных стран, в том числе и таких в то время экзотических, как FI (Француз-

Уникальна карточка от U4AM. Это Казанский Николай Валентинович (после войны — UA3AF), который тогда жил в Казани. Он известен не одному поколению радиолюбителей СССР, так как много лет (после войны до начала этого века!) занимался организацией радиолюбительского движения в стране, работая в ОСОАВИАХИМ-ДОСАРМ-ДОСААФ и в РОСТО.

Вот так неожиданно закончилась изначально вроде бы безнадёжная попытка пройти по адресам 80-летней давности в поисках каких-нибудь архивов ...

Новости СРР

На сайте СРР

На сайте СРР в тестовом режиме заработал сервис пробного "онлайн" тестирования на радиолюбительские категории. В систему тестирования введены те изменения, что вступили в силу в прошлом месяце и отражают недавно принятые нормативные акты.

Тестирование на сайте СРР служит для решения трёх задач.

Во-первых, для получения опыта сдачи квалификационного экзамена на радиолюбительскую категорию. Во-вторых, для сдачи квалификационного экзамена спортивных судей по радиоспорту различных квалификационных категорий. В-третьих, для апробации тестов, викторин, олимпиад, проводимых на региональном и местном уровнях, в том числе в рамках спортивных игр с элементами спортивных дисциплин радиоспорта.

Все тесты, доступные на нашем сайте в режиме "Онлайн", могут быть получены в виде исполняемых файлов для локальных компьютеров, а также в виде текстовых файлов для распечатки на бумажном носителе в виде готовых билетов. За этими формами тестов надо обращаться в Молодёжный комитет СРР по адресу <**rv3da@srr.ru**>.

Необходимо подчеркнуть, что тесты сдачи квалификационного экзамена на радиолюбительскую категорию, опубликованные на нашем сайте, являются официальными. Именно они используются предприятиями Радиочастотной службы и РО СРР при приёме радиолюбительских экзаменов. Любые изменения в тестах (замена версий) отслеживаются, о введении новой версии и об изменениях в ней по сравнению с предыдущей сообщается.

Темы вопросов:

— международные правила, нормы и терминология, относящиеся к любительской службе;

— нормативные правовые акты Российской Федерации, касающиеся использования радиочастотного спектра РЭС любительской службы;

— правила и процедуры установления радиосвязи, ведения и окончания радиообмена;

— виды радиосвязи (телефония, телеграфия, цифровые виды связи и передача изображений);

— теория радиосистем (передатчики, приёмники, антенны и распространение радиоволн);

— параметры и характеристики радиосистем, единицы измерений, приборы для проведения измерений;

— безопасность при эксплуатации РЭС любительской службы (излучение радиоволн, электро и пожарная безопасность, оказание первой медицинской помощи);

— электромагнитная совместимость, предотвращение и устранение радиопомех.

Для каждого из вопросов есть четыре варианта ответа, один из которых правильный.

Для четвёртой категории вопросы соответствуют начальной квалификации, и тест считается пройденным при правильном ответе на 15 и более из 20 вопросов.

Для третьей категории вопросы соответствуют квалификации новичка, и тест считается пройденным при правильном ответе на 20 и более из 25 вопросов.

Для второй категории вопросы соответствуют основной (базовой) квалификации, и тест считается пройденным при правильном ответе на 25 и более из 30 вопросов.

Для первой категории вопросы соответствуют высшей квалификации. Тест считается пройденным при правильном ответе на 40 и более из 45 вопросов и приёме несмыслового текста объёмом 250 знаков, передаваемого сигналами кода Морзе со скоростью 60 знаков в минуту. При этом допускается не более трёх ошибок в принятом тексте.

Система тестирования находится по адресу **http://srr.ru/?page_id=5060** на сайте СРР.

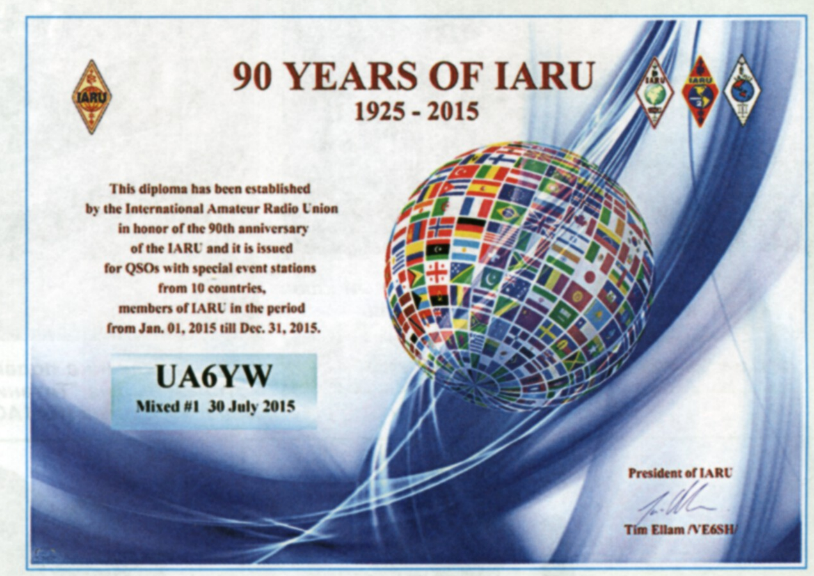
Диплом "90 years of IARU"

Одно из современных направлений нашего хобби — "охота за дипломами", т. е. целенаправленная работа в эфире на выполнение условий радиолюбительских дипломов. Их учреждают национальные радиолюбительские организации, местные радиоклубы разного уровня и т. д.

Надо отметить, что Международный радиолюбительский союз, поддерживая, естественно, это направление радиолюбительской активности исторически выдаёт только один диплом — "Работал со всеми континентами" (WAC). Он стал официальным международным дипломом вскоре после создания IARU, и выполнение в те годы его условий было не самой простой задачей в любительской радиосвязи. Коротковолновик, получивший этот диплом, вызывал уважение у своих коллег.

В этом году IARU отмечает 90-летие своего создания, и в связи с этим знаменательным событием в эфире звучат позывные специальных радиостанций, работу которых организуют национальные радиолюбительские организации — члены IARU. Эти радиостанции используют позывные, которые состоят из префиксов, выделенных ITU данной стране, и сочетания 90IARU (например, R90IARU из России). За связи с этими юбилейными радиостанциями можно получить памятный диплом "90 years of IARU", учреждённый Международным радиолюбительским союзом.

Чтобы получить этот диплом, надо в течение этого года (с 1 января по 31 декабря) провести радиосвязи с юбилейными станциями десяти стран, национальные радиолюбительские организации которых являются членами IARU. В зачёт идут радиосвязи, установленные на любительских диапазонах (все девять КВ и три УКВ — 50, 144 и 430 МГц) любым видом излучения (MIXED, CW, PHONE, DIGITAL).



Диплом выдаётся только в электронном виде. На сайте **http://iaru90.hamlogs.net/iaru** можно проверить установление связей и выполнение условий диплома. Дипломы выдаются по диапазонам и видам излучения — 12 по диапазонам (160, 80, 40, 30, 20, 17, 15, 12, 10, 6, 2 и 0,7 метра) и четыре по видам излучения (MIXED, CW, PHONE, DIGITAL).

Выдачу диплома "90 years of IARU" Международного союза радиолюбителей (он подписан президентом IARU — VE6SH) производит СРР. По всем вопросам, связанным с этим дипломом, обращаться надо по адресу **ua6yw@mail.ru** к Алию Куйсокову (UA6YW).

"Три кита" телеграфной классики—3

Валерий ПАХОМОВ (UA3AO), г. Москва

В третьей, завершающей части этой статьи мы расскажем об эволюции обыкновенного телеграфного ключа, история которого насчитывает уже почти 170 лет. И хотя последнюю четверть века идёт интенсивное вытеснение слухового обмена сообщениями "морзянкой" автоматизированными системами связи, отдельные службы продолжают держать в запасе этот простой и надёжный вид связи. Её активно применяют и по сей день в любительской радиосвязи.

Предтечей всех телеграфных ключей, как известно, является устройство, которое создал в 1844 г. американец Альфред Вейл (Alfred Vail). Именно его ключом было передано первое в мире сообщение кодом Морзе — фраза из Библии. Известен он в те дни был как "Vail Correspondent". Однако ручка этого ключа оказалась крайне неудобной для продолжительной работы телеграфиста, поэтому она первой была модифицирована, а со временем и многократно видоизменялась.

На практике оказалось, что разные по форме ручки требуют особого "хвата", т. е. определённого взаимоположения пальцев, держащих ручку (головку ключа).

Передача нажатием на ключ двумя пальцами известна как "стиль Морзе". При этом рука лежит на столе. Затем в 1895 г. один из известных телеграфистов США Fred Catlin предложил особый хват и стиль работы движением кисти. Этот стиль стал стандартным и получил название Catlin Grip. Так называемый "Европейский стиль" появился в России в конце XIX века с телеграфными аппаратами Сименса, которые выпускал завод в Санкт-Петербурге до начала Первой мировой войны. И последняя существенная модификация — появление в основании головки ключа "юбочки". При этом средний и большой пальцы, опираясь на неё, удерживают головку ключа, а указательный палец слегка



Самый первый телеграфный ключ конструкции Альфреда Вейля.

Vail's Lever 'Correspondent' used on the Washington-Baltimore line.



Копия ключа с подвижным контактом, который был на "Титанике". Изготовил её Валерий Павлов (RA1AOM).

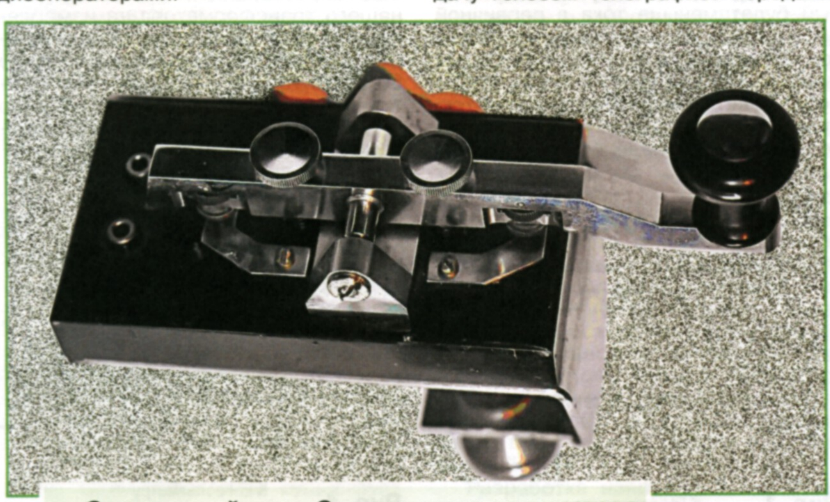


Ключ английского "блинкера" периода Второй мировой войны. Экспонат Радиомузея РКК.



Ключи разных лет (слева—направо): такой ключ выпускался для ВМФ СССР в 1955—1959 гг.; отечественный учебный ключ; пожаробезопасный ключ из комплекта радиостанции английского бомбардировщика "Ланкастер" (период Второй мировой войны); ключ из комплекта радиостанций Р-143 и Р-130М.

согнут и без нажима располагается на краю головки. В англоязычных странах такое основание головки ключа называют Guard (защита). Появилось оно в первой декаде XX века, когда была необходимость защиты пальцев оператора от искр, вылетающих из-под контактов ключа при работе на искровом передатчике. Кстати, операторов судовых радиостанций называли тогда Sparks ("искровики"). И только с переходом передающей радиотехники на настоящее CW их стали называть радиооператорами.



Современный ключ Сарапульского радиозавода для радиоклассов подготовки военных связистов.



Телеграфные ключи для детских игр.

Конструкторы телеграфных ключей выбирали на своё усмотрение и форму "коромысла" (подвижная на горизонтальной оси часть ключа). Форма этих коромысел определяла характеризующие их названия — "гнутое", "ступенька", "верблюжий горб", "прямое".

Ключи, предназначавшиеся для работы на проводных линиях связи, имели специальный подвижный контакт-замыкатель линии, которым пользовались при настройке линии. На линиях связи военных ведомств этот подвижный контакт служил для замыкания линии при переходе с передачи сообщений кодом Морзе на телефон — передачу голосом.

Это был способ скрытной передачи сообщений. Подключение к действующей телеграфной линии для перехвата информации особой сложности не представляло, и это было известно. При необходимости перехода на передачу голосом телеграфист передавал условное словосочетание, после чего и продолжал передачу сообщения микрофоном. Для тех, кто прослушивал линию связи, это выглядело, как прекращение связи.

С появлением искровых передатчиков такой подвижный контакт ключа служил для замыкания антенного входа приёмника на время передачи. Конструкция этого контакта изменилась и стала более сложной.

Телеграфный ключ нашёл и в некотором смысле неожиданное для него применение. Это самолётное устройство идентификации "свой-чужой" (так называемый "блинкер"), источниками света которого были наружные бортовые огни. Во время Второй мировой войны при взлёте и заходе на посадку борт-радист передавал для наблюдателей ПВО условные знаки кодом Морзе.

В некоторых случаях к радиоаппаратуре предъявлялись особые требования, например, взрывобезопасность. Это было актуально в случае работы передатчика на самолёте, где могли скапливаться взрывоопасные испарения топлива — искры на контактах ключа было достаточно для взрыва и пожара. Требованию повышенной механической прочности должны были отвечать ключи, которыми комплектовались судовые радиопередатчики. Ключи радиостанций специального назначения (агентурных, спецназа) при минимально возможных размерах и массе должны быть механически прочными. Учебные ключи при всей своей простоте и дешевизне весьма прочны и легко настраиваются.

В настоящее время Сарапульский радиозавод выпускает замечательные телеграфные ключи, входящие в комплект современного радиокласса для подготовки военных связистов. Этот ключ также является частью комплекта радиостанций, как носимых, так и мобильных, на военных транспортных средствах.

Основания ключей могут быть самые разнообразные — это мрамор, дерево, пластик. Особой привлекательностью обладают ключи японской фирмы HI-MOUND, смонтированные на мраморном основании. Фирма преуспевает в бизнесе и продолжает выпускать прекрасные ключи для радиолюбительского сообщества мира и профессионалов.

Удовлетворение интереса детей к теме радио и к "морзянке" осуществлялось многими фирмами в мире и предприятиями в СССР. В ряде случаев именно эти игрушки вели детей в большое радио.

С 1990 г. передача сообщений кодом Морзе на каналах связи в значительной мере заменена современными автоматическими системами, в структуру которых входят геостационарные спутники Земли. В результате потребность в радиооператорах и радиотелеграфистах значительно сократилась, хотя в ряде стран слуховой радиообмен на морском флоте сохранился.

Не приняли в полной мере спутниковую коммуникационную систему вооружённые силы и спецслужбы. На их линиях связи в коротковолновом диапазоне, наряду с быстродействующими автоматическими системами, продолжают выстукивать точки и тире наши "три кита".

Закроем эту тему информацией о том, что в рамках Международного радиолюбительского союза прорабатывается вопрос о ходатайстве перед ЮНЕСКО о включении кода Морзе в перечень культурного нематериального наследия, важного для человечества. ■

Высокочастотный амперметр

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ), г. Бонн, Германия

У коротковолновиков при настройке или испытаниях аппаратуры нередко возникает необходимость измерять ток высокой частоты. Стандартных приборов для подобных измерений обычно у радиолюбителя нет. Вот высокочастотное напряжение измерить легко (диод, конденсатор, индикатор). В приборах проблем с измерением напряжения не возникает. Там есть корпус, относительно которого меряют все напряжения. И провода, идущие от точек измерения до ВЧ-вольтметра, обычно столь коротки (в значениях длины волны измеряемого напряжения λ), что почти не влияют на проверяемое устройство.

А вот в антенной технике сложнее. Во-первых, в антеннах часто вообще не бывает "земли" (например, симметричные антенны). Во-вторых, даже если "земля" и есть (скажем, GP или диполь с γ-согласованием), измерительные провода получаются недопустимо длинными. Представьте себе, как будет выглядеть попытка измерить напряжение в середине GP: ведь от этой точки до основания штыря придётся тянуть провод! Они фактически становятся частью антенны, изменяют её работу и распределение напряжения настолько, что точность и ценность таких измерений очень низки.

Для изучения и измерения того, что происходит в антенных проводниках, нужен ВЧ-амперметр. Он, в отличие от вольтметра, подключается в одной точке, а значит, не имеет длинных измерительных проводов, искажающих измерение.

Основой ВЧ-амперметра является датчик тока. Это специальный ВЧ-трансформатор на ферритовом кольцевом магнитопроводе. Первичной обмоткой этого трансформатора является провод, в котором мы измеряем ток. Вторичная обмотка состоит из нескольких десятков витков, нагруженных на низкоомный резистор.

Показанный на **рис. 1** токовый трансформатор работает так. Ток в измеряемом проводе через магнитопровод наводит ток во вторичной обмотке, который будет меньше тока в первичной цепи в отношение числа витков обмоток. Например, при отношении числа витков обмоток 20 (как в нашем приборе) он будет меньше в 20 раз. Этот ток, протекая через нагрузочный резистор, создаст на нём падение ВЧ-напряжения. Последнее уже можно измерить любым ВЧ-вольтметром (тут есть две точки для измерения — выводы вторичной обмотки): от детекторного диода до анализатора спектра или приёмника.

Если сопротивление нагрузочного резистора R выбрать, например, 50 Ом, при токе $I_{вх}$ в первичной обмотке трансформатора напряжение $U_{вых}$ на его вторичной обмотке будет

$U_{вых}=(I_{вх}/20)*50=2,5I_{вх}$.

Сопротивление 50 Ом в качестве нагрузки выбрано не случайно, а для того, чтобы имелась возможность в качестве измерителя ВЧ-напряжения использовать приёмник или анализатор спектра (измерение очень маленьких ВЧ-токов).

Отношение N числа витков обмоток, т. е. число витков вторичной обмотки (первичная всегда имеет один виток), выбрано из компромиссных соображений. С одной стороны, чем меньше витков во вторичной обмотке, тем широкополоснее будет трансформатор. А с другой стороны, чем больше N, тем меньше вносимое в измеряемый провод сопротивление и меньше влияния нашего трансформатора на измеряемый провод. Вносимое сопротивление равно R/N^2, т. е. в нашем случае $50/20^2=0,125$ Ом. Таким образом, активное входное сопротивление нашего ВЧ-амперметра — 0,125 Ом, что допустимо для большинства измерений.

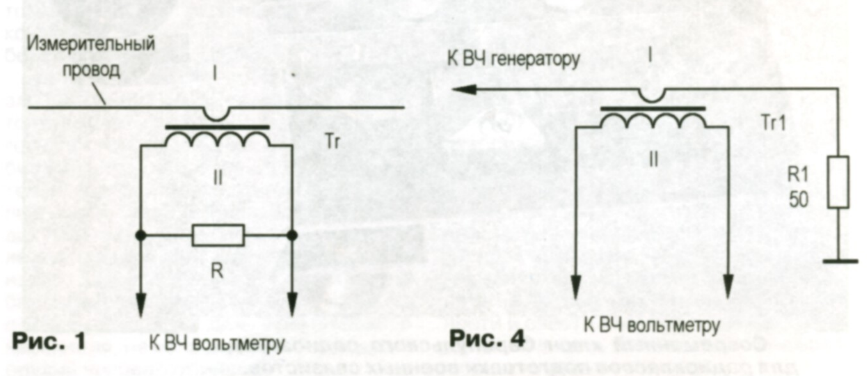


Рис. 1

Рис. 4

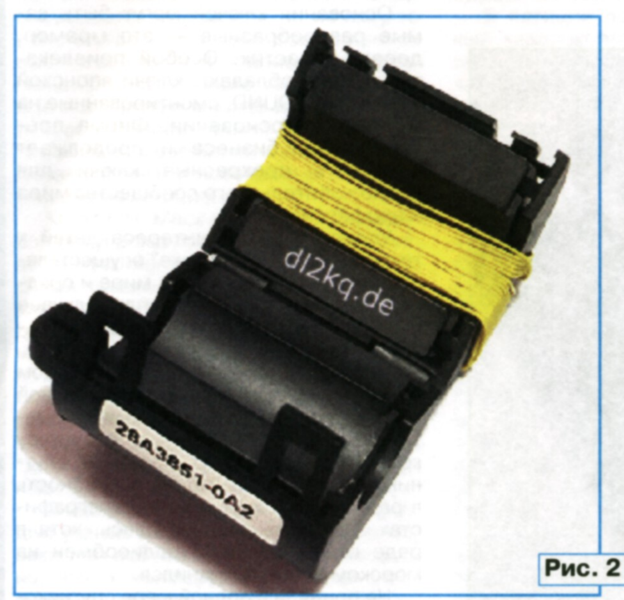


Рис. 2



Рис. 3

Нам требуется измерительный прибор, а не "показометр". Для этого надо, чтобы магнитопровод мог работать в заданной полосе (т. е. феррит не должен быть слишком низкочастотным) и не насыщался при значительных токах в измеряемом проводе (т. е. размеры магнитопровода должны быть достаточно большими).

Кроме того, магнитопровод должен быть распадающимся на две половинки, а его каркас — защёлкивающимся. Без этого пользоваться прибором будет почти невозможно: вы же не буде-

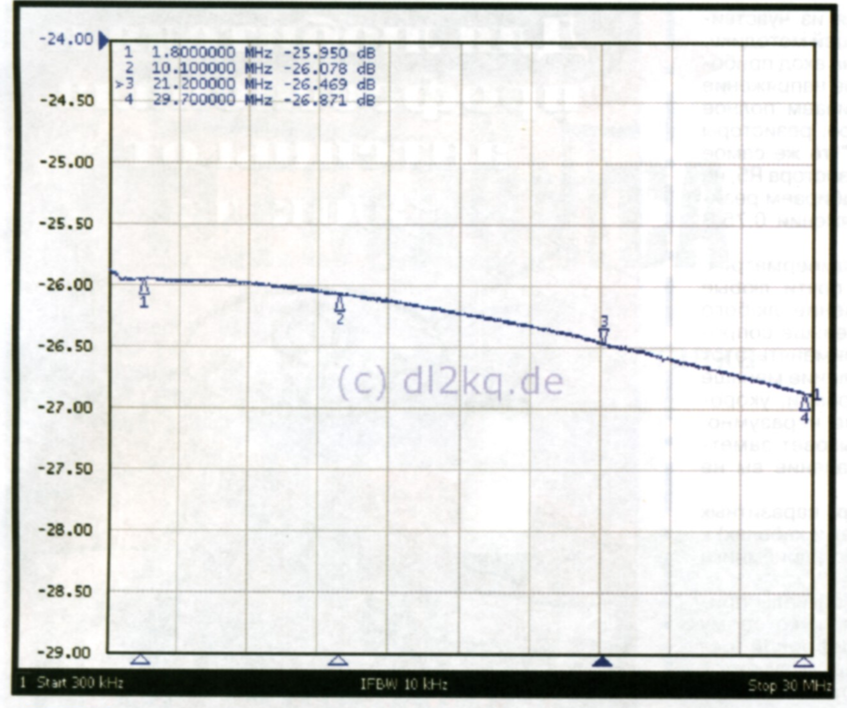


Рис. 5

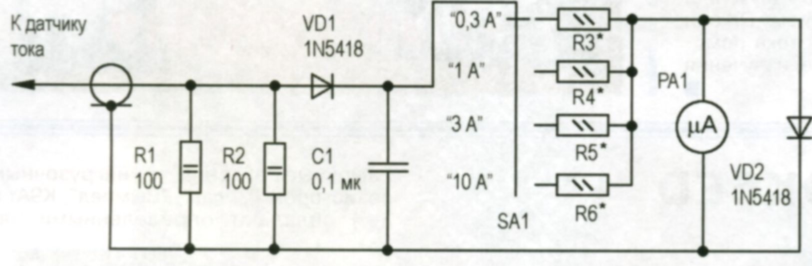


Рис. 6

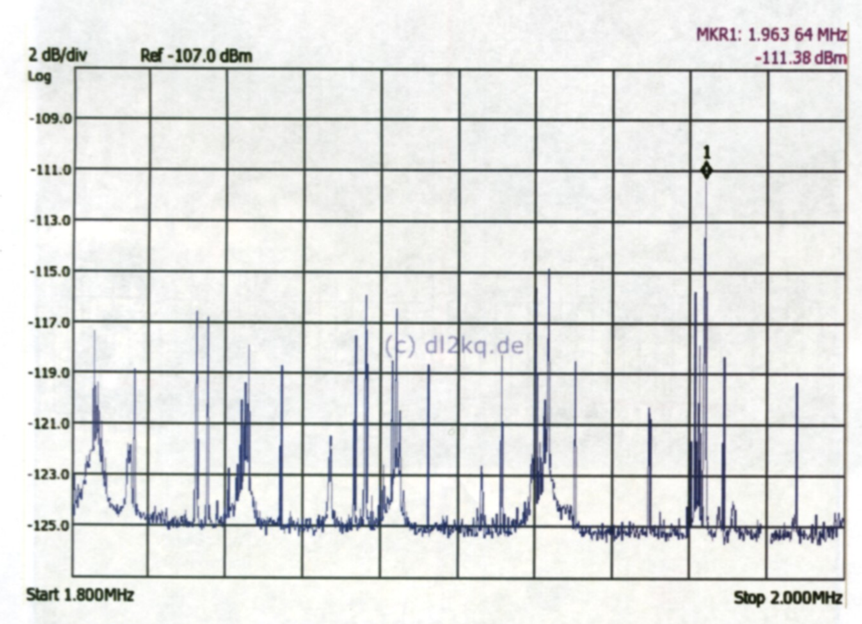


Рис. 7

те всякий раз продевать начало измеряемого провода сквозь магнитопровод и двигать последний до точки измерения.

И последнее (по упоминанию, но не по значению) требование к магнитопроводу токового трансформатора: отверстие должно быть большим, чтобы иметь возможность измерять ток в оплётках толстых кабелей.

Исходя из вышеизложенного, был выбран магнитопровод 28A3851-0A2 размерами 30×30×33 мм и с отверстием диаметром 13 мм. Это помехоподавляющий защёлкивающийся магнитопровод из феррита с начальной магнитной проницаемостью около 300 на частоте 25 МГц. Скорее всего, подойдут и многие другие, аналогичные по назначению магнитопроводы.

Наматываем на магнитопроводе 20 витков тонкого монтажного провода (**рис. 2**) и защищаем вторичную обмотку термоусаживаемой трубкой (**рис. 3**).

Прикрепляем его к небольшой (20...30 см) диэлектрической штанге с коаксиальным приборным разъёмом на нижнем конце. От разъёма до вторичной обмотки в штанге проводим тонкий коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом.

Теперь можно проверить качество изготовленного токового трансформатора. Для этого проведём измерения по схеме, показанной на **рис. 4**.

Оценим ожидаемый коэффициент передачи. Ток через R1 равен $U_{вх}/R1$. Подставляя это вместо $I_{вх}$ в предыдущую формулу, получим $U_{вых}=U_{вх}/20$.

То есть коэффициент передачи такой цепи будет 1/20 или −26 дБ. Это при идеальной работе трансформатора. Сравним это расчётное значение с практикой. Результаты измерений в полосе 0,3...30 МГц показаны на **рис. 5**.

Видно, что отличие коэффициента передачи от расчётного составляет менее 0,9 дБ, т. е. трансформатор получился весьма точным измерительным датчиком. И нельзя поручиться за то, что завал АЧХ на ВЧ-краю связан со свойствами феррита, а не с реальным падением тока через трансформатор. Дело в том, что провод, проходящий через трансформатор, имеет ненулевую индуктивность, которая повышает импеданс нагрузки, отчего немного растёт результирующий КСВ (достигая 1,1 на частоте 30 МГц) и падает ток нагрузки. И очень похоже на то, что падение графика на АЧХ просто показывает правду: ток в нагрузке на ВЧ падает.

В любом случае видно, что точность измерения весьма высока (погрешность менее 1 дБ) в полосе частот от 0,3 до 30 МГц.

Описанный выше трансформатор тока используется в двух вариантах.

Во-первых, для автономной работы (например, на крыше для измерений тока в антеннах и изучения его распределения или для поиска по каким кабелям радиостанции растекается синфазный ток от передатчика) к трансформатору подключается диодный детектор с входным сопротивлением 50 Ом с переключателем пределов измерений и стрелочным прибором. Например, такой, как показан на **рис. 6**.

Резисторы R3—R6 подбираются исходя из чувствительности стрелочного прибора по следующей методике. При положении переключателя SA1 "10 А" на вход прибора подаём от источника питания постоянное напряжение 25 В и, подбирая резистор R6, устанавливаем полное отклонение шкалы. Делать это надо быстро, резисторы R1 и R2 сильно греются. На пределе "3 А" то же самое делаем при напряжении 7,5 В подбором резистора R5, на пределе "1 А" — при напряжении 2,5 В подбираем резистор R4, на пределе "0,3 А" — при напряжении 0,75 В подбираем резистор R3.

Получается удобный автономный ВЧ-амперметр, с помощью которого можно исследовать почти любые антенны. Почти потому, что сопротивление любого амперметра должно быть во много раз меньше сопротивления измеряемой цепи. Поэтому применять этот ВЧ-амперметр в тех местах, где сопротивление меньше нескольких ом (КЗ шлейфы, магнитные рамки, укороченные антенны), не то чтобы нельзя, но неразумно. Включение амперметра в такие места вызовет заметное изменение тока, и истинное его значение вы не узнаете.

Для измерения малых токов (например, паразитных синфазных токов помех в различных шнурах и кабелях) к трансформатору подключают 50-омный вход приёмника или анализатора спектра.

Например, на **рис. 7** показано, какие сигналы присутствуют в сетевом шнуре удлинителя, к которому подключены компьютер, монитор и цифровой осциллограф (тоже, в принципе, компьютер). Изучается полоса любительского диапазона 160 метров от 1,8 до 2 МГц.

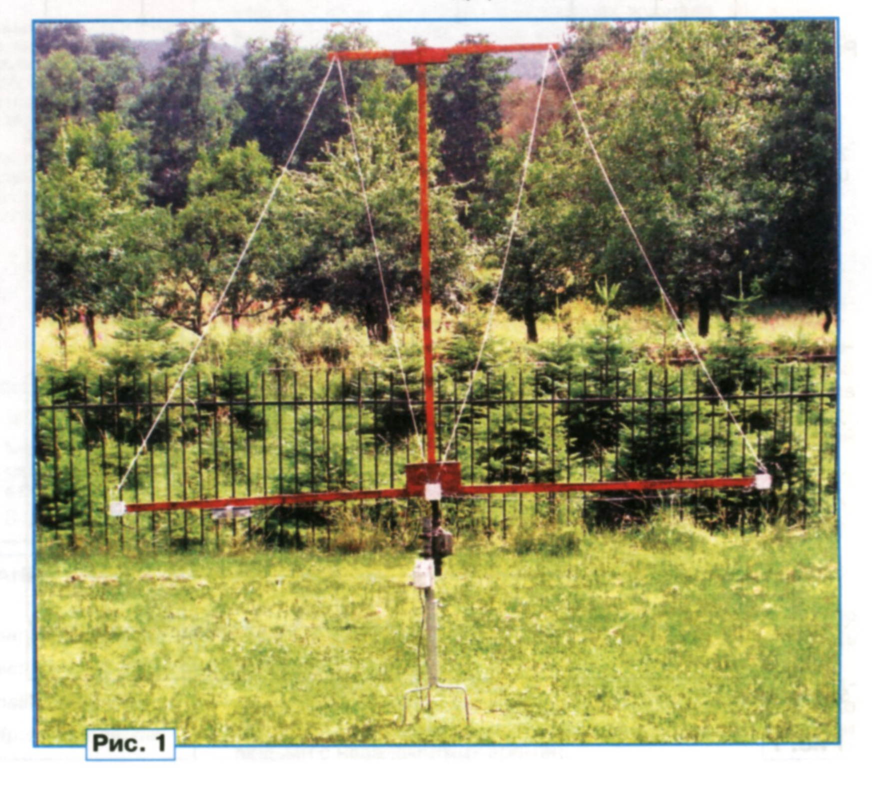
Такую нерадостную картину дают всего три импульсных блока питания. Причём это ещё хорошие блоки питания, отвечающие нормам на паразитное излучение. Это, однако, не исключает того факта, что приёму DX они вполне могут мешать. Описанный ВЧ-датчик тока поможет найти наиболее проблемные, в смысле излучения помех, кабели и приборы.

Двойная рамка DK6ED

Отдельная приёмная антенна зачастую является необходимым атрибутом любительской радиостанции для "охоты за DX" на диапазоне 160 метров. Обычно для этого используют антенну Бевериджа, которая представляет собой провод длиной не менее одной длины волны, протянутый на небольшом расстоянии параллельно поверхности земли. На одном конце он нагружен на заземлённый резистор, а на другом через согласующее устройство подключается к приёмнику. Эта антенна имеет узкую диаграмму направленности и обеспечивает хорошее отношение "вперёд—назад" для принимаемых сигналов. Она достаточно эффективна, но не лишена и некоторых недостатков. Большая её длина практически исключает установку в городских условиях. Изменять главное направление приёма можно только переустановкой антенны. И наконец, она чувствительна к помехам с заметной составляющей по электрическому полю.

Рамочные антенны сравнительно небольших размеров ("магнитные рамки") к таким помехам не чувствительны. Их целесообразно использовать в "шумных" QTH, где уровень помех от различных электрических приборов относительно большой.

Рамочные антенны с нагрузочным резистором ("Флаг", "Вымпел", K9AY и др.) обладают определёнными на-


Рис. 1

правленными свойствами и нередко применяются коротковолновиками.

В статье Криса Кунце (DK6ED) "The DK6ED Double Loop", которая опубликована в журнале QST (2015, № 3, p. 34—37), приведено описание его антенны на основе рамок с нагрузочным резистором, предназначенной для использования на диапазоне 160 метров. Эта антенна — вращающаяся, она состоит из двух рамок и имеет максимальный размер по горизонтали около четырёх метров. Внешний вид её показан на **рис. 1**.

Рамки закреплены на деревянном каркасе, состоящем из вертикального бруса высотой 2,5 м и двух перекладин — верхней длиной 1,3 м, нижней длиной 3,8 м. Расстояние от нижней перекладины до земли — около 1 м. Размеры рамок приведены на **рис. 2**. Нагрузочные резисторы R1 и R2 установлены в нижних углах рамок, а согласующие трансформаторы T1 и T2 — в противоположных нижних углах рамок.

Эти трансформаторы намотаны на ферритовых магнитопроводах с двумя отверстиями ("биноклях"). Автор использовал магнитопроводы BN73-202 американской фирмы Amidon. Материал этих магнитопроводов имеет начальную магнитную проницаемость 2500 и предназначен для использования в резонансных устройствах до частоты 100 кГц, а в широкополосных — до 10 МГц. Первичные обмотки этих трансформаторов имеют по 2 витка, вторичные — по 6.

Размеры рамок автор выбирал как компромисс между конструкцией антенны (занимаемая её площадь и возможность вращать недорогим "телевизионным" поворотным устройством) и её характеристиками. Небольшого размера рамки подразумевают использование антенного усилителя. Его располагают в центре нижнего деревянного бруска и соединяют с рамками двумя короткими одинаковыми отрезками коаксиального кабеля. Усилитель и элементы, входящие в рамки, размещают в пластмассовых корпусах.

Схема усилителя приведена на **рис. 3**. Сигналы от обеих рамок поступают на гибридный ВЧ-трансформатор, суммируются и усиливаются дифференциальным усилителем. На рис. 3 показан один его канал — другой полностью ему идентичен, а его элементы (они указаны в адресах подключения) имеют те же позиционные обозначения, но с апострофом.

Собственно усилительные каскады выполнены по известной схеме (её в англоязычной литературе часто называют схемой Нортона), в которой транзистор включён с общей базой и имеется обратная отрицательная связь через широкополосный трансформатор. В этой схеме есть только одна тонкость — не перепутать при монтаже концы обмотки катушки связи и не превратить отрицательную обратную связь в положительную. Усиление такого каскада — около 15 дБ.

Дроссель L1 имеет индуктивность 400 мкГн, дроссель L3 — 100 мкГн, а дроссель L2 — это ферритовая "бусинка", надетая на проводник, идущий от транзистора VT1 к трансформатору T3. Для всех ВЧ-трансформаторов в усилителе использованы такие же магнитопроводы, что и для трансформаторов рамок антенны — BN73-202. Обмотка T1 имеет 22 витка с отводом от середины. Обмотка I трансформатора T2 имеет 3 витка, обмотка II — 11 витков. Обмотка I трансформатора T3 имеет 1 виток, обмотка II — 35 витков с отводом от 6-го витка, считая от правого по схеме вывода трансформатора T3. У трансформатора T4 обе обмотки имеют по 11 витков.

Усилительные каскады должны быть экранированы друг от друга. Режимы транзисторов по постоянному току устанавливают одинаковыми подстроечными резисторами R2 и R2'.

Диаграмма направленности этой антенны имеет в горизонтальной плоскости ширину около 100° по уровню −6 дБ. Отношение при приёме "вперёд—назад" у неё 26 дБ.

Материал подготовил
Б. СТЕПАНОВ

г. Москва

Рис. 2

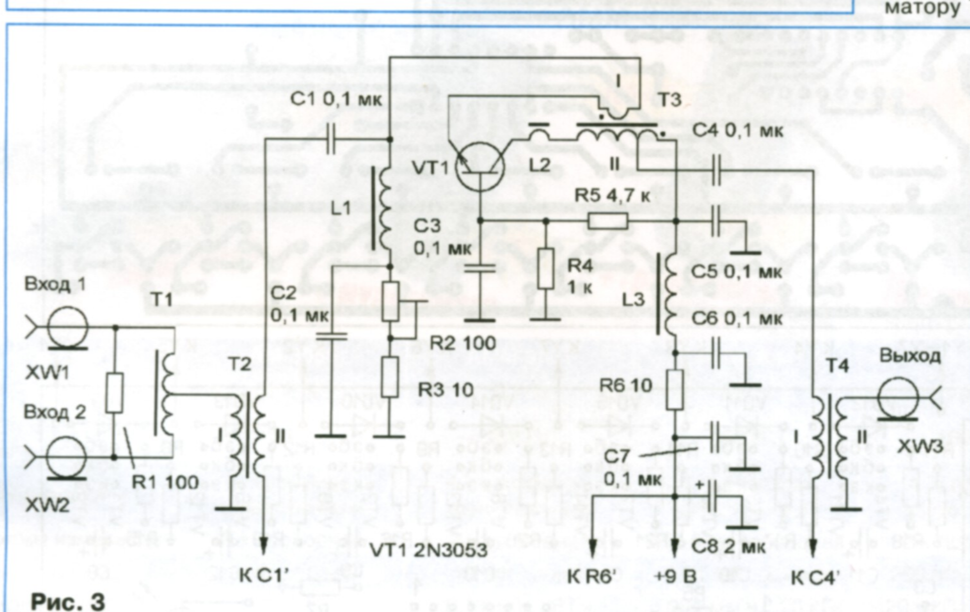


Рис. 3

E-mail: consult@radio.ru тел. 607-89-00

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

НАХОДОВ В. Электронный уровень. — Радио, 2009, № 8, с. 39.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов показаны на **рис. 1**. Размеры платы по длине и ширине соответствуют размерам ЖК-индикатора HG1. Его устанавливают над элементами на четырёх стойках с винтами М2,5, для чего в плате сделаны четыре отверстия. ЖК-индикатор AC-162BNA или AC-162BNB, применённый автором, работающий на отражение и без подсветки, заменим, например, DV-16252. Он имеет те же размеры, расположение выводов, драйвер/контроллер. Подстроечный резистор R5 — СП3-38а или подобный. Остальные резисторы — С2-33, МЛТ или импортные. Оксидные конденсаторы — импортные. Конденсатор C3 — керамический, например, К10-17Б. Микросхема DA2 — КР1170ЕН3 или импортная LP2950-30LP в корпусе TO-92. Расположение выводов у них аналогично микросхеме 75L05 (DA1). Датчик B1 крепят на плате, как у автора, выводами вверх и соединяют их с контактными площадками отрезками тонкого лужёного провода.

Рис. 1

> ***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut 5.0 имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/uroven.zip** на нашем ftp-сервере.*

МОРОЗ К. Кормушка для аквариумных рыбок. — Радио, 2014, № 9, с. 42—44.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов показаны на **рис. 2**. Ионисторы C4, C5 — EECS5R5V474 фирмы Panasonic. Диоды VD1—VD4 заменены диодным мостом DB102—DB107 или DB152—DB157. Стабилитроны — импортные серии BZX55xx или 1N47xx на указанные в статье напряжения стабилизации. Их устанавливают перпендикулярно плате. Для удобства разводки платы в цепях R8C8—R14C14 резисторы и конденсаторы поменяли местами.

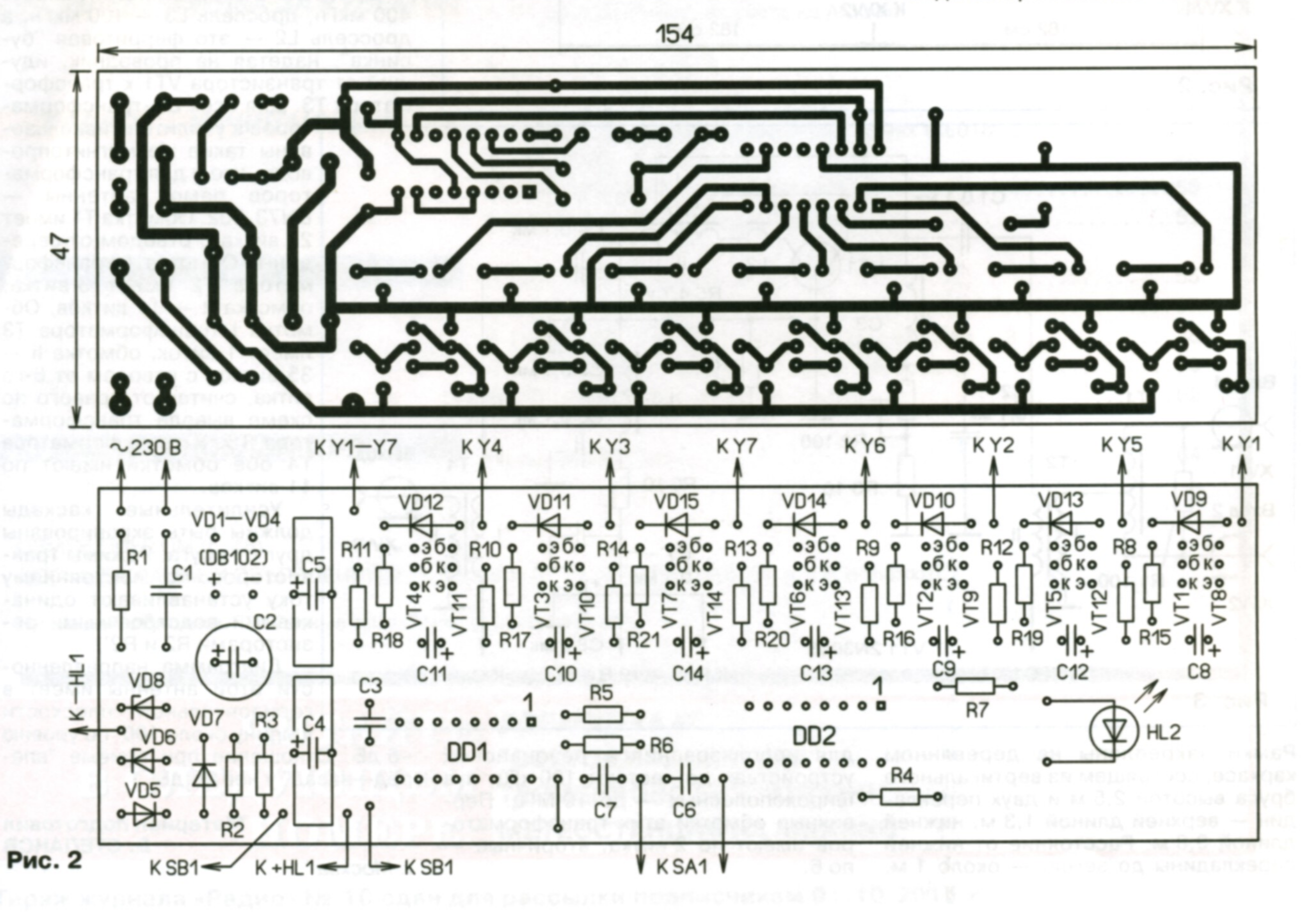


Рис. 2

Радиоприёмник PL-660 и его доработка

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

(см. статью на с. 13)

Рис 2.1

Рис 2.2

Уважаемые читатели!

Продолжается подписка на бумажную версию журнала «РАДИО» на первое полугодие 2016 г. Подписная цена одного номера журнала «РАДИО» по каталогу Агентства «Роспечать» — 150 рублей.

Подписные индексы: Каталог Агентства «Роспечать» — 70772; Объединённый каталог «Пресса России» — 89032; Каталог Российской прессы «Почта России» — 61972.

В РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА «РАДИО» МОЖНО ПРИОБРЕСТИ ЖУРНАЛЫ

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2010	1—12	25 руб.	81 руб.	167 руб.
2011	1—12	45 руб.	101 руб.	187 руб.
2012	1—12	80 руб.	136 руб.	222 руб.
2013	1—12	95 руб.	161 руб.	237 руб.
2014	1—12	110 руб.	176 руб.	252 руб.
2015	1—6	125 руб.	191 руб.	276 руб.
2015	7—12	135 руб.	201 руб.	277 руб.
2016	1—6	150 руб.	216 руб.	292 руб.

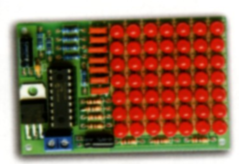
Деньги за интересующие вас журналы необходимо отправить почтовым или банковским переводом на расчётный счёт:
Получатель ЗАО "Журнал "Радио".
ИНН 7704023424,
р/с 40702810438090103159,
в ПАО Сбербанк г. Москва,
к/с 30101810400000000225,
БИК 044525225.
Только при почтовом переводе указывайте почтовый индекс банка — 101000.
При переводе обязательно укажите, за что вы переводите деньги и свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на наш расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.

Подписка на электронный журнал "Радио" с доставкой по электронной почте на 2015-й, 2016-й годы, а также 2012, 2013, 2014-й годы. Цена не изменилась: 12 месяцев — 600 рублей! На сайте, http://el.radio.ru вы можете узнать, как подписаться.



НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

http://kits.radio.ru



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере".



"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910".

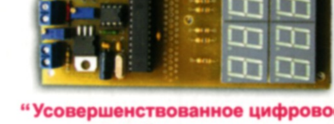


"Программируемый терморегулятор для системы отопления".





"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676".



"Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения".

"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П".